COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Cl. Gay, Membre de la Section de Botanique, décédé à Deffends (Var), le 29 novembre 1873.

FERMENTATIONS. — *Réponse à M.* Pasteur *concernant l'origine de la levûre de bière;* par M. **A. Trécul.**

« M. Pasteur a fait à l'Académie, le 17 novembre, une Communication dans laquelle il indique un perfectionnement pour la fabrication de la bière. Je n'aurais pas demandé la parole à cette occasion, si notre confrère se fût contenté de décrire son procédé; mais M. Pasteur parle de l'opinion des botanistes qui se sont occupés de l'origine de la levûre, de façon à en donner une idée inexacte, puisque la manière dont il s'exprime tend à faire croire que le *Penicillium* obtenu par eux se développe dans de la levûre en putréfaction.

« On sait, dit-il (p. 1144), que des botanistes très-habiles, autrefois M. Turpin, de nos jours, en Allemagne, M. Hoffmann, pour ne citer qu'un seul nom, et présentement encore,

en France, M. Trécul, ont cru devoir conclure de leurs observations que la levûre de bière peut faire naître des moisissures diverses, entre autres le *Penicillium glaucum.* »

» Il continue ainsi :

« Que la levûre de bière soit éminemment altérable, tous ceux qui ont manié cette substance ont eu l'occasion de le constater. Pendant les chaleurs de l'été, et même à des températures plus basses, elle change de consistance dans l'intervalle de quelques jours, répand une odeur putride, perd son activité comme ferment. On sait aussi que ces altérations s'accompagnent du développement d'organismes microscopiques, bactéries, vibrions, *moisissures diverses.* D'où viennent ces corpuscules organisés? *La levûre les engendre-t-elle d'elle-même par une modification de ses cellules dans des conditions de vie nouvelle;* ou bien ces organismes trouvent-ils leur origine dans les poussières des objets avec lesquels la levûre a été en contact? »

» Ne semble-t-il pas, d'après cela, que les botanistes désignés aient obtenu de cette masse de levûre en putréfaction les résultats qu'ils ont annoncés. Cette manière de présenter l'opinion de ses adversaires est une faute grave. M. Pasteur doit savoir que les botanistes qui ont soutenu la parenté de la levûre et du *Penicillium* ont employé de la levûre bien portante, et qu'ils l'ont vue se développer à la manière des conidies. Il ne saurait y avoir de doute à cet égard; toutes les dénégations de M. Pasteur n'empêcheront pas la réalité de ce fait matériel; et puis on ne s'est pas borné à obtenir le *Penicillium* en cultivant de la levûre dans des conditions diverses, on peut passer aussi des spores du *Penicillium* à la levûre. C'est encore un fait que nie notre confrère. Il n'en sera pas moins vrai que, de ces spores encore jeunes, submergées dans du moût de bière qui a bouilli, et enfermées dans des flacons bien clos, avec les précautions que j'ai recommandées, grossissent en se décolorant peu à peu et se multiplient par bourgeonnement comme de la levûre, dont elles acquièrent les dimensions et les autres propriétés.

» Que nie donc M. Pasteur dans cette circonstance? Ce ne peut être la décomposition du sucre en alcool et en acide carbonique, puisqu'il est convenu de ce fait à la page 787 du tome LXXV. Est-ce la faculté de se multiplier par bourgeonnement qu'il refuse à ces spores? Mais on les voit grossir, perdre graduellement leur couleur verte, enfin bourgeonner; et cela peut s'accomplir dans des liquides qui, à la même température, ne produisent pas de levûre spontanée.

» Si les spores du *Penicillium* décomposent le sucre en alcool et en acide carbonique, en prenant tous les caractères de la levûre de bière, sur quelle base M. Pasteur peut-il appuyer sa négation ?

» Notre confrère a une telle horreur des modifications dont la levûre est susceptible, qu'il renie une intéressante observation qu'il publia en 1862, et que j'ai renouvelée en 1868, sans connaître son expérience.

« J'ai annoncé à l'Académie, dit-il (page 1145 de ce volume), que le *Mycoderma vini* se transformait en levûre de bière basse par la submersion dans un milieu nutritif sucré. Depuis lors, j'ai exprimé des doutes sur cette opinion et indiqué la cause d'erreur que je craignais. Je crois que l'interprétation que j'ai donnée des faits que j'avais observés est inexacte. Les articles du *Mycoderma vini* se gonflent, en effet, par la submersion, *et se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de la levûre alcoolique,* avec production d'alcool et d'acide carbonique; *mais ces cellules n'ont pas, sous cet état nouveau, la faculté de se reproduire.* La LEVURE SPONTANÉE, qu'on voit apparaître et se multiplier, doit provenir de germes de levûre apportés par l'air, qui tombent sur le *Mycoderma vini* pendant qu'il est exposé en grande surface, lesquels germes se développent après la submersion. »

» Je ne puis voir là qu'une de ces assertions équivoques, comme on en rencontre tant dans les travaux de M. Pasteur, et comme j'en vais citer quelques exemples. Ceux qui suivent nos débats avec attention ont dû s'en apercevoir, et savent combien a varié l'opinion de notre confrère, en ce qui concerne le *Mycoderma vini*. Il admit, en 1862 (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, p. 73 à 74), que ce *Mycoderma* est susceptible de se changer en levûre alcoolique quand on le submerge dans une solution de sucre, à l'abri de l'air. Dix ans après, en 1872 (t. LXXIV, p. 211 et 212), M. Pasteur affirme qu'il peut démontrer que le germe de la levûre de raisin est le germe du *Mycoderma vini;* que ce *Mycoderma* a deux modes de vie essentiellement distincts : MOISISSURE, il s'empare de l'oxygène de l'air... et le rend à l'état d'acide carbonique; FERMENT, il se développe à l'abri de l'air et devient la levûre alcoolique de raisin. Ce n'est que plus tard, dans le cours de la discussion, qu'apparaît la première trace des doutes de M. Pasteur. C'est le 7 octobre 1872 qu'ils commencent à se manifester. A cette date, on trouve à la page 786 du tome LXXV, que les assertions précédentes ne sont pas de tout point conformes à la vérité, et, quelques lignes plus haut, l'auteur assure que les cellules du *Mycorderma vini*, submergées dans un liquide sucré, ne se reproduisent pas, mais qu'elles se gonflent pour la plupart, et que la structure de leur plasma se modifie profondément.

» On voit déjà qu'un nuage se répand sur la question; mais voici une phrase qui jette plus d'obscurité encore sur la pensée de notre confrère. Bien qu'il paraisse disposé à abandonner l'opinion qu'il a conservée dix ans, il n'en dit pas moins à la page suivante (p. 787) :

» Je ne parle pas de ces cas où LES SPORES *semées donnent de la* VRAIE LEVÛRE DE BIÈRE. J'y reviendrai ailleurs. »

» Il était bien à désirer qu'il y revînt, car le lecteur se demande de quelles spores il est question : si c'est de celles du *Penicillium* dont il est parlé plus loin dans le même alinéa, ou si l'auteur appelle ainsi les cellules du *Mycoderma vini*. J'ai déjà dit (t. LXXV, p. 1164) que M. Pasteur, consulté par moi, m'a assuré que c'est de ces dernières qu'il s'agit. Je pourrais multiplier beaucoup les exemples de ces phrases ambiguës qui troublent la discussion.

» Dans cet intéressant travail du 7 octobre, basé sur la submersion des cellules végétales en général et des cellules du *Mycoderma vini* en particulier, lesquelles cellules, ainsi plongées dans un liquide sucré, produisent de l'alcool et de l'acide carbonique, il n'est point fait mention de l'existence de la levûre spontanée. Au contraire, il est expressément dit (t. LXXV, p. 786) que le vase est disposé de telle sorte que l'on n'a point à craindre l'ensemencement par les germes en suspension dans l'air. Ce n'est que le 11 novembre (t. LXXV, p. 1168), après une lecture que je fis à l'Académie, que M. Pasteur parle, ainsi que je le dirai tout à l'heure, de la présence de la *levûre spontanée*, qui vient jeter des doutes dans son esprit et entraver ses conclusions. Enfin, dans sa dernière Communication (p. 1145 de ce volume), il confirme l'existence d'une levûre spontanée et déclare qu'il croit inexacte l'interprétation d'après laquelle il avait admis la transformation du *Mycoderma* en levûre. Et pourtant il prétend que « les articles du *Mycoderma vini* se gonflent par la submersion *et* » *se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de la levûre* » *alcoolique*, avec production d'alcool et d'acide carbonique; mais ces » cellules n'ont pas, sous ce nouvel état, la faculté de se reproduire. » On voit par là que M. Pasteur accorde au *Mycoderma vini* modifié toutes les qualités des cellules de la levûre, moins la reproduction. C'est presque l'aveu d'une nouvelle erreur. C'est en tout cas un autre exemple de ces assertions ambiguës dont je parlais tout à l'heure; aussi, je crois devoir affirmer à mon tour que, lorsque les cellules du *Mycoderma* grossissent et se transforment en cellules semblables à celles de la levûre, *elles bourgeonnent et se multiplient*. Il ne leur manque rien pour être identifiées aux cellules de la levûre de bière. Je crois donc être autorisé à demander à M. Pasteur comment il s'est assuré que ses mycodermes décomposent le sucre en alcool et en acide carbonique, en présence de la *levûre spontanée* qui se développe simultanément.

» Voilà d'ailleurs une levûre spontanée, dont M. Pasteur n'a certainement pas vu les germes, qui arrive bien à propos pour contrecarrer l'avis

que je soutiens depuis 1868. C'est qu'en effet, dès cette époque, je constatai non-seulement la transformation du *Mycoderma cervisiæ* en levûre de bière, mais aussi j'ai observé le passage de ce *Mycoderma* au *Penicillium*, ainsi que l'avait vu Turpin. Comme, d'un autre côté, les spores du *Penicillium* se changent en *Mycoderma* et en levûre de bière, la démonstration de la parenté de la levûre et du *Penicillium* est aussi complète que possible.

» J'ai indiqué la cause de l'erreur nouvelle de M. Pasteur bien avant qu'il commît cette faute; car, dès 1868, j'ai dit que les *Mycoderma* trop âgés ne se transforment pas en levûre, que les seuls *Mycoderma* jeunes subissent la transformation.

» La conséquence de tout cela est que, si l'on admet cette transformation du *Mycoderma* en levûre, il faut nécessairement reconnaître que la levûre peut se changer en *Mycoderma*, et alors on n'a plus guère de raison pour récuser le passage du *Mycoderma* au *Penicillium*.

» D'un autre côté, on est pénétré d'étonnement de voir que M. Pasteur, qui est connu comme un très-habile expérimentateur, et qui se dit, le 11 novembre, DEPUIS QUATRE MOIS opprimé par des doutes que lui cause la présence d'une levûre spontanée, ait pu faire la longue série d'expériences nécessitée par sa Communication du 7 octobre, sans s'apercevoir qu'il y a dans ses appareils une telle levûre spontanée. Si un tel fait a pu lui échapper aussi longtemps, quelle confiance méritent donc ses assertions. Toutes les fois qu'une telle levûre spontanée naquit dans mes flacons, je m'en suis aperçu tout de suite, et je l'ai proclamé dans trois de mes Communications, dès 1868. C'est pourquoi l'on peut me croire quand j'affirme qu'il n'en existe pas, et que ce sont bien les spores du *Penicillium* et les cellules du *Mycoderma* qui se changent en levûre de bière.

» Quand même une génération spontanée aurait lieu dans les vases de notre confrère, il devrait encore admettre le changement de ses mycodermes en levûre, parce qu'elle est réelle quand ils sont jeunes. Rien n'est plus facile à vérifier, du reste, ainsi que je l'ai dit aux pages 214 et 215 du tome LXVII, où on lit ceci :

« Ce *Mycoderma* (*cervisiæ*) bien développé, bien ramifié, ne détermine pas la fermentation (1), et celle-ci n'en désagrége pas les cellules. Il reste entier avec ses rameaux dans le moût qui fermente. Plongé dans ce moût de bière, il languit, et quand la fermentation est active, le plasma du mycoderme se contracte, et ses cellules se rétrécissent, sans doute par affaissement. »

---

(1) J'ai voulu dire par là que, dans mes vases bien bouchés, il n'y a pas d'effervescence à leur ouverture.

» Le plus ordinairement le plasma se contracte seul. J'ajoute :

« Au contraire, quand des *Mycoderma cervisiæ* jeunes, non encore ramifiés, furent placés dans du moût de bière frais, ou même dans du moût qui avait été conservé en flacon bien bouché pendant vingt jours, et même pendant un mois, les jeunes cellules du Mycoderme grossirent et prirent l'aspect des cellules de levûre les plus actives, c'est-à-dire à plasma homogène blanc et brillant. »

» Tous les savants connaissent quelles peines a causées à M. Pasteur la recherche des germes de la levûre alcoolique. Il s'était imaginé les avoir trouvés, et proclamait pouvoir démontrer que le germe de la levûre est le germe du *Mycoderma vini*. Aujourd'hui que ce n'est plus ce germe qui produit la levûre, il faut avoir recours à un autre.

» Je ferai remarquer à l'Académie combien il est heureux que notre confrère ait trouvé à la levûre la propriété de vivre et de se multiplier au contact de l'air plus rapidement et plus facilement qu'en présence de l'acide carbonique (p. 1146 de ce volume). Je prévois qu'elle le dispensera de chercher désormais la nature des germes. Rien ne s'oppose plus maintenant à ce que les cellules de levûre soient trouvées toutes faites dans l'atmosphère. Il n'en faudra pas moins les montrer tombant sur nos appareils et pénétrant dans l'intérieur des fruits (1).

» Il est à regretter que M. Pasteur n'ait pas dit dans quelles conditions il fait vivre et multiplier sa levûre au contact de l'air. Quel que soit le mode opératoire de notre confrère, il tend à rapprocher physiologiquement la levûre du *Mycoderma* et du *Penicillium*.

» Il est temps que cette discussion ait un terme. Elle fatigue tout le monde. Je veux y mettre une fin, en ce qui me concerne, en montrant que l'opinion de M. Pasteur se modifie sans cesse avec les progrès de la discussion. Je prie l'Académie de me permettre de constater la métamorphose considérable que l'opinion de notre confrère a subie le 11 novembre 1872, à la suite de ma lecture, dans laquelle je disais ceci (t. LXXV, p. 1166) :

« Ce sont toujours, suivant notre confrère, les germes du *Mycoderma vini*, tombés de l'air sur le raisin, qui engendrent la levûre; mais il ne nous dit pas à quels caractères on peut

---

(1) Je saisirai cette occasion pour dire à l'Académie que, le 11 décembre 1872, j'ai mis 24 fruits (18 pommes et 6 poires) chacun dans un vase clos; 16 de ces fruits furent examinés de mars en octobre. Aucun d'eux n'a montré de la levûre dans son intérieur. Les huit autres flacons n'ont pas été ouverts; n'ayant pas eu le loisir de les étudier en temps convenable, leurs fruits sont maintenant complétement altérés. Je continuerai cette expérience.

les distinguer des cellules et des spores de champignons auxquelles ils sont mêlés. Il serait surtout nécessaire de les différencier de ces spores de *Penicillium* que j'ai vues germer sur le raisin, où elles prennent aussi l'aspect de la levûre alcoolique, comme je l'ai dit à la page 988 du tome LXXV, lesquelles spores peuvent en réalité se changer en levûre, quand elles sont placées dans des conditions favorables. Il me paraît évident que la différence d'opinion qui existe sur ce point entre M. Pasteur et moi se trouve dans la circonstance suivante, savoir : que quelques-unes seulement des spores ou cellules de champignons, qui sont à la surface du raisin, se transforment en levûre alcoolique, et que ce sont elles que M. Pasteur regarde comme les germes du *Mycoderma vini* et de la levûre. Ce malencontreux germe cause de bien grands embarras à notre confrère. Aussi m'est-il difficile de concevoir pourquoi cet habile expérimentateur attache tant d'importance à prouver son autonomie. Voyez dans quelle contradiction il est entraîné.... »

» M. Pasteur comprit qu'il fallait opter entre *la négation de la métamorphose du* Mycoderma vini (laquelle métamorphose il professait depuis dix ans) *et l'acceptation de la naissance de la levûre par hétérogénèse*. Il n'hésita pas. C'est alors seulement qu'il fit intervenir une levûre spontanée, et il inséra dans les *Comptes rendus* la note de la page 1168, tome LXXV, dans laquelle il s'exprime ainsi :

« ... Il y a quatre mois, lorsque j'ai voulu rédiger l'ensemble de mes expériences relatives à la transformation des articles du *Mycoderma vini* en levûre, des doutes se sont présentés tout à coup à mon esprit sur la vérité du fait dont il s'agit, et qui, pour M. Trécul, on vient de l'entendre, est toujours indiscutable.... »

» L'expression de ces doutes n'a pas été prononcée à la séance, ainsi que je l'ai fait remarquer le lundi suivant (t. LXXV, p. 1218), il y a tout lieu de croire que ces doutes ont été *fixés*, sinon suggérés, par ce que je venais de dire. Ce qui prouve qu'ils ne dataient pas de quatre mois, c'est que cinq semaines auparavant, le 7 octobre, M. Pasteur faisait à l'Académie sa Communication basée sur la submersion du *Mycoderma vini* et autres cellules végétales, dont j'ai parlé plus haut, et dans laquelle il n'est pas du tout question de l'intervention d'une levûre spontanée. On ne pouvait pas prévoir par cette Communication, que tout le monde a admirée, quel changement allait survenir dans l'avis de notre confrère. A l'assurance de M. Pasteur dans l'affirmation des nouveaux phénomènes qu'il décrivait, personne n'aurait supposé qu'une levûre spontanée les obscurcirait, au moins en ce qui concerne les cellules plongées dans un liquide sucré.

» Malgré la présence de cette fâcheuse levûre, la note de la page 1145 de ce volume n'en attribue pas moins aux cellules du *Mycoderma* submergées *toutes les qualités des cellules de la levûre*, moins la faculté reproductrice, il est vrai. Comme, à l'état normal, ce *Mycoderma* se multiplie par bourgeonnement

comme la levûre, il est probable que M. Pasteur la lui refuse à l'état de submersion, parce qu'il n'a pris en considération, sous ce rapport, que des individus trop âgés, et il n'est pas impossible que les tendances de son esprit l'aient porté à regarder comme levûre spontanée les jeunes Mycodermes transformés en levûre réelle.

» Quoi que fasse M. Pasteur, il revient sans cesse, par la puissance des faits, vers ce phénomène qu'il récuse, la *mutabilité de la levûre*, et vers la parenté de celle-ci avec le *Mycoderma* et le *Penicillium*. La nouvelle opinion de notre confrère sur la végétation de la levûre vient à propos pour réaliser les modifications à sa théorie, que je présentais (à la page 1221, t. LXXV) comme nécessaires. En effet, voici une autre conséquence de la nouvelle assertion de M. Pasteur. La levûre de bière qui était, depuis 1863, le type des *anaérobies* comme le type des *ferments*, puisque ces deux mots étaient synonymes, peut donc à présent devenir *aérobie*, puisque, au contact de l'air, elle vit et se multiplie plus facilement qu'en présence de l'acide carbonique. Que M. Pasteur ne s'y trompe pas, c'est là un pas vers l'état mycodermique, et le *Mycoderma cervisiæ*, c'est du *Penicillium* à courtes cellules. M. Pasteur est donc ramené, malgré lui, vers ce *Mycoderma*, qu'il a destitué de sa faculté de devenir levûre de bière, *en lui accordant*, il est vrai, *les propriétés de cette levûre*. Quelle contradiction!

» Ce n'est pourtant pas là tout. Le vibrion butyrique lui-même a changé quelque peu de physionomie. Autrefois, comme toutes les *anaérobies*, il *était tué* au contact de l'air; aujourd'hui, l'oxygène le prive seulement *de mouvement et d'action comme ferment*. Je suis heureux que mes réflexions consignées aux pages 1221 du tome LXXV, concernant la levûre et la théorie des aérobies et des anaérobies, aient provoqué de nouvelles recherches, qui ont déjà fait faire un tel pas de progrès à cette partie de la question. Que M. Pasteur continue, qu'il cultive les ferments qu'il conserve encore dans le groupe des anaérobies; il n'est pas douteux qu'il ne les voie passer à l'état d'aérobies.

» Tout cela prouve qu'il n'y a pas lieu de partager ces êtres inférieurs en *classe des* ANAÉROBIES *ou* ZYMIQUES et en *classe des* AÉROBIES *ou* AZYMIQUES. Ce mode de distinction est sans fondement sérieux. En effet, les êtres de ces deux catégories se comportent absolument de la même manière; ils prennent de l'oxygène au milieu dans lequel ils vivent, et rendent de l'acide carbonique. Que de la réaction il résulte en outre de l'alcool, de l'eau, de l'acide acétique, etc., peu importe, il y a toujours une combustion, et celle-ci est effectuée par des êtres

qui opèrent dans l'air ou au milieu des liquides ; et, certes, M. Pasteur ne peut pas plus refuser le titre de ferment au *Mycoderma aceti*, qui agit à la surface du liquide, qu'au vibrion butyrique ou tartrique et à la levûre alcoolique, qui fonctionnent au sein des liquides. Cela seul montre le défaut de parallélisme des *zymiques* et des *azymiques* avec les *anaérobies* et les *aérobies*.

» M. Pasteur, qui s'était proposé de chercher si ces êtres peuvent passer des aérobies aux anaérobies et *vice versa*, excité par les phénomènes chimiques qu'il observait, avait de la tendance à admettre ce passage. Il l'entrevit, il le constata parfois, mais il recula épouvanté par les conséquences de la modification de la forme des êtres organisés, tant il a peur de l'hétérogénie. Je pourrais citer d'autres observateurs qui lui ressemblent sous ce rapport. M. Béchamp, qui provoque quelquefois les hétérogénistes, est du nombre. En découvrant, dans toutes les matières protoplasmatiques, des microzymas qu'il voit se changer en bactéries, en vibrions ou en amylobacters, ne fait-il pas de l'hétérogénie sans le vouloir? »

M. Pasteur, après avoir entendu la lecture de M. Trécul, demande la parole pour y répondre. M. le Président lui faisant observer que l'heure est déjà avancée, et que l'Académie doit se former en Comité secret, M. Pasteur ajourne sa réponse à la séance prochaine.

M. P.-A. Favre adresse à M. le Président de l'Académie la Lettre suivante :

« J'ai consacré trente ans aux études calorimétriques. Les faits que j'ai constatés, soit seul, soit avec le concours de feu Silbermann ou de quelques autres collaborateurs, ont pris place dans l'enseignement classique. J'ai été soutenu par les encouragements constants de l'Académie, pendant ces longues et coûteuses recherches. Aujourd'hui, ceux de ses Membres qui ont suivi le progrès de mes travaux avec intérêt, convaincus que, si la méthode que j'emploie dérive de la Physique, leurs résultats éclairent les théories fondamentales de la Chimie, pensent que leur appréciation appartient à la Commission chargée de juger le Concours de Chimie des prix fondés par mon vénérable ami M. Lacaze.

» Me conformant à leur pensée, j'ai l'honneur, Monsieur le Président, de vous faire parvenir une collection de celles de mes publications qui se rapportent à la Thermochimie. »

M. Serret fait hommage à l'Académie de deux Mémoires qu'il vient de faire imprimer, et qui ont pour titres « Détermination des fonctions entières irréductibles, suivant un module premier, dans le cas où le degré est égal au module » et « Des fonctions entières irréductibles suivant un module premier, dans le cas où le degré est une puissance du module.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *C.-F. Naumann*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Dresde le 4 décembre 1873.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Sur les inclusions vitreuses renfermées dans les feldspaths des laves de Santorin;* par M. F. Fouqué.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Les minéraux essentiels des laves de Santorin renferment presque tous des inclusions cristallines ou vitreuses. Ces dernières sont formées par une matière dépourvue d'action sur la lumière polarisée, et creusées ordinairement d'une cavité arrondie, qui, sous le microscope, offre tous les caractères d'une bulle de gaz fixée dans la substance vitreuse (1).

» Je me réserve, dans une prochaine Note, de présenter à l'Académie le résumé des recherches auxquelles je me suis livré sur le gaz contenu dans les bulles. Les détails qui suivent sont relatifs à la distribution de la matière colorante dans les inclusions vitreuses et à la forme de celles-ci. Ces indications sont destinées à compléter les observations micrographiques déjà publiées sur ce sujet par M. Zirkel.

» Dans le labrador de la lave albitique commune de Santorin, la matière des inclusions offre la même coloration générale que la pâte ambiante, mais cette coloration est le plus souvent très-inégalement distribuée. Sur le pourtour de l'inclusion, la matière vitreuse est complétement incolore; elle forme là une petite zone périphérique transparente, régulière dans certains cas, mais découpée plus généralement de dentelures ou de lobes peu profonds.

» La partie principale de la matière vitreuse des inclusions est immé-

(1) Le diamètre maximum des inclusions vitreuses dépasse rarement quelques centièmes de millimètre, et celui de la bulle quelques millièmes.

diatement limitée par la zone transparente; elle forme parfois une coloration uniforme du même ton que la pâte environnante, mais souvent la teinte y est distribuée en plages inégalement foncées, séparées par des lignes irrégulières. Enfin la matière colorante est ordinairement concentrée à la surface de la grosse bulle de gaz et sur la paroi des très-petites bulles qui se présentent fréquemment par myriades dans l'intérieur de la masse vitreuse des inclusions. A la surface de la grosse bulle, cette matière colorante est aussi inégalement répandue; elle manque par places et laisse ainsi apparaître des points incolores, transparents au milieu de parties foncées, de telle sorte que la bulle ressemble parfois à une cellule végétale ponctuée. L'intensité absolue de la coloration de la paroi des bulles est, du reste, extrêmement variable.

» Dans la seconde variété de lave de Santorin (lave à gros cristaux d'anorthite, de pyroxène et de péridot), les inclusions renfermées dans les cristaux d'anorthite offrent une répartition de la matière colorante encore plus inégale. La zone transparente est généralement plus étendue que dans les inclusions contenues dans le labrador de l'autre lave. Comme dans celles-ci, elle affecte souvent des contours irréguliers; cependant, dans le cas le plus général, elle offre une certaine régularité dans sa distribution; elle s'avance de chaque côté vers la partie moyenne de l'inclusion, de manière à figurer à peu près deux triangles adossés par leurs sommets. La portion plus colorée de l'inclusion se trouve comprise entre deux parties transparentes et contient souvent une bulle de gaz dans l'une de ses moitiés. Le maximum de concentration de la matière colorante s'observe aussi à la surface de la bulle.

» Les inclusions vitreuses contenues dans l'anorthite des druses sont caractérisées par la rareté et la petitesse des bulles gazéifères, et aussi par l'irrégularité plus grande, la nuance plus foncée et plus uniforme de la matière amorphe qui compose ces inclusions. Ces cristaux d'anorthite se distinguent encore par la fréquence des inclusions de pyroxène à l'état de masses à contours arrondis, dépourvus de toute apparence cristalline, reconnaissables seulement par la coloration qu'ils présentent entre deux Nicols croisés.

» Cette différence de constitution des deux espèces d'anorthite des laves de Santorin trouve son explication dans la différence probable des conditions qui ont présidé à leur formation; la première ayant été formée vraisemblablement par voie de cristallisation après fusion, et la seconde, par volatilisation de ses éléments.

» Le contour extérieur des inclusions vitreuses renfermées dans ces divers feldspaths a été signalé comme curviligne et tout à fait irrégulier. Cependant, dans la très-grande majorité des cas, il n'en est pas ainsi. Avec un grossissement suffisant, on reconnaît presque toujours que ce contour forme une ligne brisée, dont les parties sont parallèles deux à deux, comme les côtés d'un polygone symétrique par rapport à un point central. En un mot, on dirait que l'on a sous les yeux le contour de la coupe d'un cristal monoréfringent, dont les angles sont plus ou moins émoussés. Les angles du contour de ces inclusions ont été mesurés avec un goniomètre à angles plans, adapté à l'oculaire du microscope. Un pareil instrument ne donne que des mesures approximatives; l'erreur peut atteindre 2 ou 3 degrés; la petitesse de l'objet et la difficulté de superposer les fils du micromètre sur les côtés de l'angle à mesurer empêchent d'obtenir des résultats plus précis. Néanmoins les observations de ce genre fournissent des données intéressantes. Ainsi, quand les inclusions affectent la forme d'un dodécagone, (ce qui est fréquent), on peut vérifier que tous les angles sont très-voisins de 150 degrés; quand elles sont hexagonales, tous les angles sont très-rapprochés de 120 degrés. Dans certains cas, on observe des combinaisons d'angles voisins de 150 degrés et d'angles qui se rapprochent de 120 degrés, et quelquefois en même temps des angles très-peu éloignés de 90 degrés.

» Dans la partie du cristal de labrador qui entoure l'inclusion, on observe aussi parfois de petites cavités allongées, alignées en files linéaires. Or, ces lignes correspondent à trois directions qui se coupent parallèlement à trois des côtés de l'inclusion. Si l'on s'en fiait uniquement à ces indications, on serait tenté de croire que ces inclusions ne sont, en réalité, que des cristaux appartenant à une espèce minéralogique cristallisant dans le système hexagonal régulier, à la néphéline par exemple, mais l'observation réfute surabondamment une telle hypothèse. Les rangées de petites cavités alignées dans un feldspath sont toujours parallèles aux côtés d'une inclusion voisine. Il existe donc là une relation certaine entre la forme de l'inclusion et la structure de la substance feldspathique qui la renferme. Cette relation est encore confirmée par ce fait capital, que toujours les côtés du cristal de feldspath où est logée l'inclusion sont aussi parallèles à quelqu'un des côtés de celle-ci. En un mot, la forme de l'inclusion reproduit celle du cristal qui la contient, tout en offrant généralement un plus grand nombre de côtés. Que doit-on conclure de là, si ce n'est que la matière des inclusions est emprisonnée dans une cavité qui reproduit en

creux la forme du cristal ambiant, et qu'elle est bien réellement vitreuse et amorphe? La fréquence des angles se rapprochant de 150, 120, 90 degrés tient au développement ordinaire des cristaux de labrador parallèlement à la face P, et par suite à la fréquence, dans le champ du microscope, de larges lamelles cristallines taillées dans cette direction. Les différentes facettes qui sont susceptibles de modifier la face P d'un cristal de labrador déterminent, en effet, sur les bords de cette face, la formation d'un périmètre dont les angles plans ont ces valeurs à quelques degrés près.

» Les photographies ci-jointes permettent de reconnaître l'exactitude de presque tous les détails ci-dessus décrits. Ces photographies ont été faites avec un microscope solaire appartenant au laboratoire d'Histologie du Collége de France et au moyen de glaces sèches préparées par M. Stebbing. Elles représentent des agrandissements de 250 diamètres. Pour bien juger les détails qui y sont retracés, il est bon de les examiner avec une loupe douée d'un pouvoir grossissant de 5 à 6 diamètres, de telle sorte qu'effectivement elles donnent une représentation fidèle des objets avec un agrandissement de 1200 à 1500 diamètres. »

PHYSIQUE. — *Détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques, par la compression d'une masse limitée de gaz.* Mémoire de M. **E.-H. Amagat**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Balard, Edm. Becquerel, Jamin.)

« La méthode la plus simple pour déterminer le rapport des deux chaleurs spécifiques serait évidemment la méthode de MM. Clément et Desormes, sans le phénomène des oscillations de la masse gazeuse à l'orifice, découvert et étudié par M. Cazin ; c'est pour éviter la complication apportée par ce phénomène, que j'ai entrepris les expériences qui font l'objet de ce travail.

» La méthode que j'ai employée consiste à comprimer un volume limité de gaz, pris sous la pression de l'atmosphère, et à déterminer sa pression immédiatement après la réduction de son volume; le volume initial et le volume final se déterminant sans difficulté, il ne reste plus qu'à appliquer la formule de Poisson $pv^{\frac{C}{c}} = p'v'^{\frac{C}{c}}$, dans laquelle l'exposant $\frac{C}{c}$ est l'inconnue de la question.

» Il paraît d'abord difficile de déterminer presque instantanément, avec un manomètre, la pression du gaz, qui commence de suite à se

refroidir; on y arrive cependant assez facilement, en opérant comme je vais l'indiquer.

» La masse gazeuse, immédiatement après la compression, est mise en communication, par l'ouverture d'un robinet, avec un manomètre à huile, réglé d'avance à une pression légèrement inférieure à celle qu'on cherche : de cette sorte, l'ascension du liquide manométrique est très-faible; on referme aussitôt le robinet, et le manomètre reste ainsi à une pression plus voisine que précédemment de celle qu'on doit obtenir. On recommence une nouvelle opération : le manomètre monte encore un peu. On arrive ainsi, après quelques compressions, à ce que le manomètre reste stationnaire au moment de l'ouverture du robinet, et marque alors la pression cherchée. On lit ensuite cette pression sur un manomètre à mercure, disposé de façon à s'équilibrer exactement avec le manomètre à huile, ce dernier restant parfaitement stationnaire.

» La compression du gaz est opérée par une colonne de mercure s'élevant brusquement dans un large tube, qui prolonge le col du ballon dans lequel est enfermé le gaz. La pression est communiquée au mercure par une couche d'huile, chassée par un piston qui se meut dans un cylindre en cuivre et qui est articulé comme celui des machines pneumatiques ordinaires. On évite ainsi la chaleur que développerait le frottement d'un piston comprimant directement le gaz; la compression se fait, du reste, facilement en une demi-seconde; on arrive ainsi à des résultats extrêmement concordants.

» La valeur de la compression n'a jamais dépassé 3 centimètres de mercure; dans ma dernière série d'expériences, la moyenne ne diffère pas de $\frac{1}{10}$ de millimètre du nombre qui s'en écarte le plus.

» En étudiant la marche descendante du manomètre après la compression, j'ai pu faire une légère correction, relative à l'abaissement de température que subit le gaz pendant l'opération, si rapide qu'elle soit.

» J'ai obtenu ainsi, avec l'air atmosphérique :

$$\frac{C}{c} = 1,391 \quad \text{sans correction.}$$

$$\text{et} \quad \frac{C}{c} = 1,397 \quad \text{avec la correction.}$$

» Il est évident, du reste, qu'on pourrait éviter, ou tout au moins atténuer beaucoup l'effet du refroidissement, en employant des appareils d'un volume considérable; le ballon que j'ai employé avait à peine 20 litres,

ce qui ne fait que mieux ressortir ce qu'on pourrait obtenir de cette méthode avec des appareils plus grands que ceux que j'ai pu me procurer.

» Du résultat précédent, on tire, pour équivalent mécanique de la chaleur, le nombre 434, qui ne diffère que d'une unité de celui qui a été trouvé récemment par M. Violle, avec l'appareil de Foucault.

» Une expérience sur l'acide carbonique m'a donné pour résultat $\frac{C}{c} = 1,299$; un accident arrivé à l'appareil a interrompu l'étude de ce gaz. J'ai lieu de croire ce résultat un peu trop fort; le gaz n'était pas, du reste, complétement exempt d'air. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Essai sur la distribution géographique des populations primitives dans le département de l'Oise.* Mémoire de M. R. GUÉRIN. (Extrait.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Daubrée, Roulin.)

« J'ai l'intention de grouper, d'après des signes conventionnels, sur des réductions de la carte d'État-major, l'ensemble des faits, connus de nos jours, qui établissent, par la nature même des objets trouvés, l'habitat et la distribution des populations très-primitives sur le sol de la France. J'ai d'abord limité ce travail au périmètre du département de la Seine, en lui appliquant la méthode et le résultat des recherches commencées et poursuivies de 1865 à 1873 dans le département de la Meurthe.

» Frappé de voir, dans cette dernière région, que ce groupement paraît affecter plutôt certains points du sol que d'autres, j'ai recherché si, dans d'autres bassins, je retrouverais un ensemble de faits pouvant confirmer une loi qui, si elle devenait définitive, pourrait se formuler ainsi :

» 1° En général, et pour l'ensemble des populations dites de l'*époque néolithique*, les stations occupent des reliefs du sol avoisinant, le plus généralement, le cours des vallées.

» 2° La fréquence et l'importance de ces stations humaines sont en raison directe de l'importance de la vallée, et, par suite, les vallées secondaires ou les plateaux qui les bordent recèlent moins de ces débris, à quelques exceptions près, que les vallées principales.

» Sont exceptées, dans une certaine mesure, de ces indications, les régions exceptionnelles par leurs reliefs, ou encore les régions dites *à dolmens*.

» Les observations auxquelles je me suis livré démontrent ces faits pour ce qui est du pays de Lorraine et des Vosges. Dans ce bassin, cinquante-

deux stations humaines ont été découvertes et étudiées par moi, et leur groupement a été relevé aussi exactement que possible.

» Pour aujourd'hui, je me borne à indiquer le résultat de mes recherches dans le département de l'Oise, que des circonstances spéciales m'ont permis d'étudier dans de meilleures conditions que le bassin parisien.

» Dans cette contrée commence réellement, comme on le sait, la région des tourbières. Les vallées de l'Oise, du Thérain, de la Nonette, de l'Authonne, etc., sont surtout les endroits où l'on rencontre ces dépôts de végétaux. Leur importance a cru depuis quelques années, et j'en donnerai une idée en citant ce fait, que la tourbière de Bresles, une des plus importantes du pays, exporte ses produits jusqu'à Paris et donne un revenu annuel de 70000 francs à la commune. Or, depuis longtemps, les ouvriers employés dans ces exploitations de combustibles ont eu occasion de rencontrer des débris osseux, enfouis profondément, et qui donnent une excellente idée de l'ancienne faune post-quaternaire du pays. De ces débris, les uns sont venus au Muséum, d'autres sont allés à Beauvais, au Musée de la ville, quelques-uns sont encore dans les mains de leurs inventeurs; c'est ainsi que j'ai pu en acquérir un certain nombre pour les Collections du Musée d'Histoire naturelle de Nancy.

» Voici une coupe de la tourbière, dite *de Bresles*, en pleine exploitation; elle représente exactement les caractères des autres exploitations du même genre.

» On observe de haut en bas :

» 1° Gazon et couche mince d'humus.

» Limon blanchâtre, calcaire, coquillier. Il n'est pas constant. Les espèces fossiles sont terrestres et fluviatiles.

» 2° Tourbe bleuâtre, légèrement friable, contenant du sable quelquefois glauconifère (entraîné par des circonstances locales); souvent son épaisseur est de plusieurs pieds. Elle n'est pas employée.

» 3° Tourbe déjà plus compacte, rougeâtre, contenant des coquilles fluviatiles, lacustres.

» 4° Tourbe dite *chanvreuse*, formée de racines entrelacées, extrêmement poreuse et de qualité très-inférieure.

» 5° Tourbe compacte, homogène, noire, très-dense, offrant quelques noyaux pyriteux, ne contenant plus de débris végétaux reconnaissables; c'est surtout, ainsi que la précédente, la couche en exploitation.

» Enfin au-dessous, et reposant sur le fond du bassin, une couche de tourbe brune avec végétaux encore reconnaissables, tels que noisetier, bouleau, aulne, pin, etc. C'est cette couche qui contient surtout les débris osseux. Çà et là, on rencontre dans son épaisseur des troncs d'arbres en place, mais brisés à peu près à 1 mètre au-dessus du sol ancien. On y reconnaît surtout des débris de pins.

» M. le Dr Beaudon a donné, dans le *Bulletin de la Société académique de l'Oise*, 1867, la liste de quarante-huit mollusques observés dans les dépôts tourbeux de la vallée du Thérain.

» Voici, pour les animaux de la série des Vertébrés, la liste des débris connus, ainsi que quelques indications sur leur provenance :

» *Bos bison.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, Troissereux (musée de Beauvais, musée de Nancy).

» *Bos brachyceros.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, Sacy-le-Grand (musée de Beauvais).

» *Equus caballus.* — Localités : Bresles, Sacy, Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Cervus elaphus.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, vallée du Thérain (musée de Nancy, musée de Beauvais).

» *Cervus capreolus.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, marais de Goincourt, de Sacy (musée de Beauvais).

» *Lupus.* — Une demi-mâchoire inférieure droite à Bresles (musée de Beauvais).

» *Sus scrofa ferox.* — Têtes entières : Rue-Saint-Pierre, Sacy-le-Grand, Bresles.

» *Sus palustris* (?). — Un maxillaire inférieur complet (douteux ?) (musée de Beauvais).

» *Castor fiber.* — Une tête entière, marais de Sacy, et maxillaire inférieur : Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Erinaceus europæus.* — Bresles (musée de Beauvais).

» *Mustela lutra.* — Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Erinaceus europæus.* — Rue-Saint-Pierre, Bresles, Sacy (musée de Beauvais).

» Ces dépôts tourbeux ont fourni des armes de pierre et de bronze; on a trouvé des flèches (têtes), à Bresles, ainsi que des haches polies; il en a été de même aussi pour le marais de Sacy-le-Grand. Le bronze a été rencontré dans les marais de Goincourt, de Sacy, dans ceux de la vallée de Thérain, de la Nonette, à Beauvais même.

» Nulle part encore on n'a trouvé de traces de stations semblables à celles établies en Suisse, sur pilotis; mais, en revanche, on voit que les bords des vallées de l'Oise, du Thérain, de la Nonette, de l'Epte, de l'Authonne, de l'Aisne ont vu naître, se développer et mourir des populations nombreuses. Il suffirait, pour s'en rendre compte, de jeter un coup d'œil sur les tableaux qui accompagnent la carte du département de l'Oise, prouvant ainsi, par le nombre des corps enfouis dans des sépultures nombreuses, la persistance, sur des points déterminés, des populations stables et probablement livrées à l'agriculture.

» Cet ensemble montre aussi, par son mode de groupement, l'importance des vallées déjà à cette époque, et quelles voies ou plutôt quels

sentiers les peuplades avaient suivis pour venir habiter et se répandre sur les plateaux.

» En résumé, le département de l'Oise, pris en particulier, confirme, dans une certaine mesure, les faits que j'avais établis d'après mes observations; s'il se trouvait qu'ils ne fussent pas nouveaux, je puis dire qu'ils ont été observés en dehors de toute espèce de système, simplement et méthodiquement, pendant de longues années.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les deux cartes de nos connaissances actuelles sur ces époques anciennes, dans l'Oise et dans la Meurthe, ainsi que le texte explicatif de la carte de l'Oise. »

VITICULTURE. — *Note sur les mœurs du Phylloxera* (suite); par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie. (Présentée par M. Dumas.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les nombres donnés dans la Note précédente sur l'intervalle des mues du *Phylloxera vastatrix*, apportent un élément nouveau dans la discussion encore pendante entre MM. Signoret et Lichtenstein. Ces nombres se rapprochent de ceux qui furent cités par M. Lichtenstein, quoique l'intervalle qu'il assigne soit encore plus petit que celui que j'ai observé ; il est possible que la température plus chande du midi de la France suffise à expliquer cette rapidité de développement. Quant à l'opinion de M. Signoret, doit-elle être absolument rejetée? Je ne le pense pas. Cette opinion, selon laquelle l'intervalle des mues serait de quinze à vingt jours, peut-elle s'appliquer à la forme gallicole? Quoiqu'on manque encore de données sur l'intervalle des mues de cette forme, on sait, d'après une observation de M. Balbiani, rapportée par moi avec son assentiment (*Comptes rendus*, 21 juillet 1873), que les deux premières sont assez rapprochées. Mais il faut bien se garder de confondre la durée de l'existence de ces insectes, qui vivent pendant une grande partie de la belle saison, de mai en septembre probablement, sur les feuilles des vignes américaines, avec la durée de leur évolution. La durée de la vie est approximativement connue pour les insectes des galles; elle est d'environ deux ou trois mois (sauf erreur); elle commence et finit avec la galle, qui devient vide et brunit vers l'automne. Chez les individus radicicoles, cette durée est encore inconnue; des expériences directes peuvent seules élucider ce point. Ces deux sortes de Phylloxera sont et demeurent aptères; c'est probablement chez les individus destinés à devenir ailés que les mues présentent un in-

tervalle plus considérable. Dans l'une de mes séries d'observations, je rencontrai une mue de jeune après quatorze jours, et je supposai d'abord qu'elle avait pu passer inaperçue (1); en admettant que l'insecte se fût fixé le dernier parmi tous ceux qui l'entouraient, il resterait encore un intervalle notablement supérieur à celui que présentaient les mues des autres Phylloxeras. On pourrait peut-être attribuer ce retard à une lente évolution destinée à donner l'insecte ailé; je n'ai pas été assez heureux pour constater le changement en nymphe de l'un des individus fixés sur les renflements que j'ai étudiés; je n'ai donc pas de nombres précis à citer. Il y a cependant certains faits qui peuvent montrer, même en laissant de côté celui qui a été rapporté plus haut et qu'on pourrait considérer comme douteux, que le temps nécessité par le développement complet des individus ailés est assez long.

» Une nymphe recueillie sur des renflements récoltés à Montpellier fut mise, le 20 août, en cellule à part, sur un fragment de racine, dans des conditions d'humidité un peu excessives peut-être. Elle était très-allongée, d'une couleur fauve, et munie de tubercules très-noirs et très-visibles; il s'agissait de savoir combien de temps elle pourrait rester dans cet état avant d'effectuer sa dernière mue; un dessin spécial en fut exécuté, et elle fut placée, lors d'un voyage que je fus forcé de faire, le 10 septembre, sur des racines de vigne dans un tube, pour être emportée; les mucédinées ne tardèrent pas à les envahir, et la nymphe périt. Elle avait ainsi vécu sans modifications pendant vingt et un jours au moins.

» Une autre nymphe de même origine, mais de taille plus petite, fut placée le 22 août à côté de la première; elle y demeura sans changement jusqu'au 10 septembre, elle subit le même sort que l'autre : elle a donc vécu sous cette forme dix-neuf jours au moins. Cette deuxième nymphe offrait des tubercules à peine visibles; si l'on étend aux nymphes le fait que j'ai signalé chez les individus aptères, que les tubercules sont de plus en plus nets à mesure que les individus avancent en âge, cet insecte devrait être considéré comme plus jeune que l'autre; il avait cependant une teinte moins vive.

» On pourrait craindre que ces insectes, qui demeurèrent complétement immobiles, ne fussent en réalité depuis longtemps morts, et que l'observa-

(1) Sur ce renflement, resté court, se trouvaient d'autres insectes très-voisins dont les mues furent recueillies à cette place même; cette omission est peu probable.

tion ne se rapportât à des cadavres présentant l'aspect de Phylloxeras vivants; mais les Phylloxeras morts, qu'ils soient jeunes ou adultes, ne tardent pas à prendre une teinte brune très-foncée, soit à l'air sec où ils se racornissent, soit dans une humidité excessive où ils se gonflent notablement.

» Cinq nymphes de même origine encore furent mises à part dans des conditions analogues le 23 août; elles étaient, le 7 septembre, toutes mortes et brunies. On peut encore ajouter un fait plus convaincant : dans la cellule qui contenait les deux premières nymphes et où la racine se conserva sans moisissures, fut placée une troisième nymphe qui se porta dans le voisinage du verre, y mourut, brunit et se décomposa. Je pense donc que les observations précédentes sont relatives à deux insectes bien et dûment vivants. Il aurait fallu, comme preuve directe, leur transformation définitive en insecte ailé; jusqu'ici, cette preuve manque. Une forte présomption permet cependant de croire que l'évolution complète de l'individu ailé doit exiger un temps beaucoup plus long que celle des individus aptères ordinaires.

» Parmi les mues, il en est une plus remarquable que les autres : c'est celle de la nymphe, parce qu'elle s'accompagne du déploiement et de la consolidation des ailes. Dans la Note précédente, il n'a été question que des actes préparatoires; dans l'exemple cité, la nymphe mourut avant le complet achèvement de la mue; cette mue ayant été observée dans des conditions meilleures put s'effectuer entièrement.

» Il ne sera pas inutile de donner au préalable quelques détails sur la nymphe jusqu'ici incomplétement ou inexactement décrite.

» Les nymphes rappellent par beaucoup de points les individus aptères ordinaires; leur teinte générale cependant est différente, elle est d'une couleur fauve tirant sur le jaune (surtout vers la région du corselet) ; elle oscille entre le jaune d'or et le jaune rougeâtre suivant les cas; à cela joignons une forme plus élancée, la longueur paraissant être la même que chez l'aptère adulte et la nymphe n'ayant pas l'abdomen distendu par des œufs. On aperçoit, en outre, sur les côtés, les fourreaux des ailes, ou, pour parler plus exactement, les deux fourreaux des élytres, ceux des ailés étant beaucoup plus petits et cachés par les premiers. Ces fourreaux sont noirs, non à cause de leur contenu qui est d'une grande blancheur, comme on le verra plus loin, mais par le fait de la peau qui a pris une teinte foncée sur toute cette région; elles se montrent comme de petites taches noires qui font paraître l'insecte comme muni d'un étranglement. La teinte

fauve, la forme allongée et comme étranglée au milieu, et les fourreaux des ailes permettent de reconnaître les nymphes au premier coup d'œil; ces caractères sont connus depuis les observations de M. Signoret et surtout de MM. Lichtenstein et Planchon. Les nymphes se rencontrent principalement sur les renflements des radicelles où elles sont et surtout deviennent communes (*Comptes rendus*, 22 septembre 1873, p. 657). Les fourreaux des élytres procèdent du deuxième segment du thorax, celui des ailes du troisième et du quatrième. Les appendices, antennes et pattes, sont colorés en noir, ils sont plus longs que ceux des individus aptères. Ils présentent, avec les organes de ces derniers individus, des différences qui seront étudiées ultérieurement. L'individu dont la nymphe dérive n'est pas encore connu avec certitude.

» Les nymphes sont munies de tubercules très-apparents, correspondant identiquement à ceux des individus aptères tuberculeux, et dont la place est la même, à de très-minimes différences près. La disposition des tubercules a été jusqu'ici décrite avec inexactitude, et le dénombrement en a été imparfait; chez les nymphes, les segments sont très-nettement indiqués et sont franchement transversaux sans replis, sans ondulations; c'est ce qui permet une évaluation plus exacte. Sur la tête, il y a dix tubercules; sur le thorax, divisé en quatre segments, il y en a : douze sur le premier segment, souvent divisé en deux lui-même, huit sur le deuxième, autant sur le troisième, six sur le quatrième; il y en a quatre sur les segments abdominaux, au nombre de six (1): le septième segment, le segment anal, en est dépourvu; il en est parfois de même du segment précédent, qui en présente souvent d'indistincts.

» Les yeux sont latéraux (2), formés d'un petit nombre de facettes; mais

---

(1) Le D[r] Signoret en compte sept, non compris le segment anal. — *Le Phylloxera cause première de la maladie des vignes* (*Annales de la Société entomologique de France*, séance du 22 décembre 1869). MM. Planchon et Lichtenstein ont admis le même nombre et donné une figure analogue. *Le Phylloxera de* 1854 *à* 1873. Montpellier, 1873. La figure est sur la couverture.

(2) C'est dans cette région de la tête que les différences entre la nymphe et les individus aptères tuberculeux sont les plus grandes, et encore sont-elles assez faibles.

Comme la description des formes diverses du Phylloxera sera renvoyée à une date assez éloignée, j'ai pensé qu'il était bon, à propos de la nymphe, d'entamer la question des tubercules. Quoiqu'il ne soit uniquement, dans le texte, question que des nymphes, tout ce qui y est dit s'applique aux individus tuberculeux en général; c'est pour cela que j'ai cité MM. Signoret, Lichtenstein et Planchon.

on aperçoit en dessous les larges yeux de l'ailé qui apparaissent comme une tache foncée; on reconnaît la constitution de ceux de la nymphe, abstraction faite des autres, sur la peau de la mue qu'elle abandonne en se transformant en insecte ailé. Ces yeux sont accompagnés de deux tubercules, l'un supérieur, exactement marginal, l'autre un peu inférieur ou sur le même rang; ce tubercule est la continuation de la rangée des cinq tubercules intermédiaires entre la ligne marginale et la double ligne dorsale, ce qui porte à six les tubercules de cette rangée intermédiaire. On en a donc omis deux jusqu'ici dans chacune de ces lignes intermédiaires.

» On en a omis deux aussi sur la double ligne dorsale à son extrémité sur la région céphalique; il y a sur la tête trois séries de tubercules dans le prolongement de chacune de ces lignes, mais les deux plus voisines de l'extrémité sont très-rapprochées l'une de l'autre; dans l'observation au microscope, la pression de la lamelle détermine souvent un pli qui refoule sur l'autre face de l'insecte les deux derniers tubercules; à sec, on peut les confondre, parce que les deux qui les précèdent sont placés sur une surface courbe et se projettent sur eux; en traitant les Phylloxeras par des réactifs qui les rendent transparents, on se rend compte assez aisément de l'existence de ces trois séries de deux tubercules.

» On a omis aussi de chaque côté un tubercule marginal sur le deuxième et le troisième segment du thorax; chaque série sur ces segments se termine non pas par un tubercule, mais par *deux* tubercules marginaux.

» L'omission la plus singulière est celle d'une rangée de quatre tubercules sur le premier segment du thorax.

» Cela ferait en tout douze tubercules oubliés, si l'on n'avait pas compté en trop un segment abdominal porteur de quatre tubercules.

» Il y a donc en tout 68 tubercules :

10 céphaliques	10
12 + 8 + 8 + 6 thoraciques	34
4 fois 6 abdominaux	24
	68

» Dans l'histoire du Phylloxera, la description de l'insecte lui-même laisse donc encore à désirer; il y a des inexactitudes à relever dans la constitution des pattes, des antennes, la position des yeux, etc...; il en sera spécialement question plus tard. Quant au nombre des tubercules, entre ces divers segments, si semblables les uns aux autres, on peut aisément faire une confusion, que le peu de netteté des tubercules, la cour-

bure des surfaces, l'entre-croisement des plis de la peau viennent encore faciliter.

» La couleur de la nymphe pourrait s'expliquer par celle des globules oléagineux qu'elle contient et qui sont d'un jaune orangé rosé; mais la membrane externe ajoute sa propre teinte à la couleur orangée vue par transparence. Il en est de même chez l'insecte ailé; la transformation et le changement de couleur doivent, avec la plus grande évidence, s'y expliquer ainsi.

» Ce qui frappe au premier coup d'œil, quand on observe un individu ailé aussitôt après la mue, c'est sa couleur; elle est d'un jaune d'or très-vif et très-brillant; le corselet est d'un jaune plus pâle, les ailes sont blanches, les membres flexibles encore et transparents; l'animal est animé d'un mouvement continuel. Il est entièrement dénué de tubercules et n'en prendra pas, quoique la nymphe en soit couverte. Les ailes (élytres et ailes) sont encore chiffonnées et molles; elles sont bouchonnées et forment deux petits amas cristallins; les élytres recouvrent encore les ailes qui sont plus petites et plus visibles; les élytres sont disposées de telle sorte que leur extrémité est repliée en dessous de leur surface. L'insecte les écarte de son corps et les déplie lentement; elles s'allongent peu à peu, mais demeurent encore assez étroites; les plis longitudinaux s'effacent et elles s'étendent de plus en plus. Elles prennent d'abord la forme d'un triangle dont le sommet est à leur insertion, la base étant formée par le pli de l'extrémité repliée en dehors; elles enjambent ensuite l'une sur l'autre, mais leur surface est encore comme gaufrée longitudinalement, l'extrémité se recourbe vers le sol. Les nervures commencent enfin à devenir distinctes et les trachées apparaissent dans leur intérieur. Le corselet dont la membrane est très-blanche se couvre de plis, de plus en plus accentués; l'abdomen a la forme d'une toupie d'Allemagne; les deux derniers segments sont très-allongés. Les élytres s'étendant et commençant à se sécher, on aperçoit à leur surface un pointillé très-fin et très-délicat; les ailes commencent à apparaître en dehors et à s'étendre librement à leur tour.

» A cet instant, le Phylloxera ressemble à une petite mouche de couleur jaune d'or et à ailes très-blanches et cristallines.

» Après un séjour d'un certain temps à l'air, les membranes se durcissent et se consolident, leur teinte se fonce. Les élytres et les ailes deviennent grises, les pattes et les antennes deviennent plus foncées, le corselet est noir, le reste de l'insecte est d'un fauve rougeâtre.

» Cette teinte rouge est due à la superposition de la couleur des glo-

bules graisseux jaune orangé et de la couleur foncée de la peau : telle est l'explication du changement de couleur et des apparences diverses des individus aptères ou ailés. Ce changement est ici assez rapide et se produit au bout d'un jour ; chez certains pucerons, je l'ai vu se produire du matin au soir. »

M. Alph. Milins adresse l'indication d'un mélange contenant du cyanure de potassium, pour détruire le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Commaille adresse une Note sur la cause de la constance de la chaleur solaire.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Faye, Janssen.)

M. Bonnafont adresse un Mémoire sur les trombes de mer.

L'auteur reproduit les conclusions déjà formulées par lui en 1859, et insiste sur ce que le mouvement des trombes de mer est ascendant et non pas descendant.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. Rousset adresse une nouvelle Note concernant les causes des maladies.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ravon soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de calorifère, destiné au chauffage des appartements.

(Renvoi à l'examen de M. le général Morin.)

M. Dejardin adresse une Note relative aux problèmes de la trisection de l'angle et de la duplication du cube.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. A. Le Chevalier prie l'Académie de renvoyer au Concours des Arts insalubres le contenu d'un pli cacheté récemment déposé par lui.

Ce pli sera transmis à la Commission, qui en fera l'ouverture.

CORRESPONDANCE.

M. **Williamson**, nommé Correspondant de la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume intitulé « l'Empire du Brésil à l'Exposition universelle de Vienne en 1873 ».

M. le **Secrétaire perpétuel**, en signalant à l'Académie un ouvrage de M. *Alph.-Milne Edwards*, intitulé : « Recherches sur la faune ornithologique éteinte des îles Mascareignes et de Madagascar », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Déjà, à plusieurs reprises, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats de mes recherches sur ce sujet; aujourd'hui, j'appellerai son attention sur quelques faits nouveaux, qui n'ont pu prendre place dans le travail que je lui présente.

» En 1868, M. Alf. Grandidier avait trouvé à Madagascar plusieurs ossements appartenant à l'oiseau gigantesque que I. Geoffroy Saint-Hilaire a désigné sous le nom d'*Æpyornis maximus;* ces pièces nous avaient permis d'étudier, d'une manière plus complète qu'on n'avait pu encore le faire, les caractères anatomiques et les affinités naturelles de cette espèce éteinte. Le même voyageur a pu se procurer, plus récemment, d'autres parties du squelette de ce singulier oiseau, et je puis vous annoncer que les conclusions auxquelles nous étions arrivés précédemment sont complétement en accord avec les faits fournis par l'examen de ces ossements.

» Le plus important est un tarso-métatarsien ou os du pied, qui complète la charpente solide du membre inférieur, et nous permet d'en déterminer exactement les dimensions. Jusqu'à présent, nous n'avions pu évaluer qu'approximativement la taille de l'animal, parce que l'os du pied que nous avions à notre disposition était incomplet; mais les calculs que nous avions faits se rapprochaient beaucoup de la vérité, car nous avions attribué à cet os environ 37 centimètres et, en réalité, il a 38 $\frac{1}{2}$ centimètres, ce qui donne, pour la longueur totale de la jambe, à l'état d'extension forcée, environ $1^m,35$. Un fragment du bassin indique que l'*Æpyornis* différait beaucoup plus des *Dinornis* de la Nouvelle-Zélande qu'on ne le croyait d'après la conformation des pattes. La comparaison de ces deux types ornithologiques éteints et si différents de tous ceux que nous offre aujourd'hui la classe des Oiseaux, m'a été facilitée par l'envoi que M. le docteur J. Hasst a bien voulu me faire d'une magnifique Collection comprenant plusieurs squelettes de *Dinornis*, qui sont déposés au Muséum et seront bientôt mis sous les yeux du public dans les galeries d'Anatomie comparée.

» L'*Æpyornis* était beaucoup plus massif que les *Dinornis* les plus lourds, tels que le *D. Elephantopus*. Son corps était plus large et plus robuste, ce qui s'accorde d'ailleurs avec ce que nous avions déjà dit en parlant des vertèbres. »

GÉOLOGIE. — M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom de l'auteur, un volume intitulé : « Exploration géologique du Beni Mzab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger, par M. *Ville* », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« L'Ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie fait suite au *Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara*, que j'ai publié en 1868.

» Dans ce nouvel Ouvrage, j'ai pour but essentiel de déterminer les points où la recherche des eaux jaillissantes offrait le plus de chances de succès. Cette recherche est nécessairement basée sur l'étude de la constitution géologique du sol.

» 1° *Constitution géologique du pays situé entre Negoussa et Laghouat, et comprenant le Sahara et le Beni Mzab.* — Le terrain qui s'étend du sud au nord, entre Negoussa et Laghouat, renferme un vaste plateau de craie blanche qui constitue en grande partie le Beni Mzab, et qui est entouré de tous côtés par le terrain quaternaire. Des oasis importantes, celles de Metlili, de Guerrara, de Ghardaïa et ses quatre annexes, et de Berrian ont été créées par les Mozabites, race énergique et intelligente, dans les vallées profondément encaissées qui découpent cette région essentiellement plate.

» J'ai étudié spécialement les chances de succès que présente l'exécution des puits artésiens, soit dans le terrain quaternaire, composé essentiellement de calcaire parfois gypseux à la surface et d'argiles, de sables et de grès en profondeur, soit dans le terrain crétacé, composé essentiellement de couches de dolomies cristallines d'un gris jaunâtre, contenant intercalés des bancs d'argile et de gypse. Le fond des trois grandes vallées qui découpent toute cette région en coulant du nord-ouest au sud-ouest offre des chances de réussite. On devrait partir de la dépression d'Ouargla, où il existe de nombreux puits jaillissants indigènes, et remonter l'Oued Mzab, l'Oued en Nça et l'Oued Zegrir, qui vont se perdre dans cette dépression. Les puits artésiens pourraient atteindre une profondeur de 100 mètres.

» Les eaux du Beni Mzab sont généralement de très-bonne qualité comme boisson et sont très-appréciées par les voyageurs qui viennent de traverser la région quaternaire comprise entre l'Oued Rhir et Ouargla, où les eaux sont de qualité détestable.

» 2° *Constitution géologique de la région des steppes.* — Dans la région des steppes, qui s'étend du sud au nord entre Laghouat et Boghar, existe une vaste dépression fermée, sorte de méditerranée dont le fond est occupé par deux grands lacs salés appelés Zahrez. On peut signaler, dans la zone méridionale de ces steppes, les terrains suivants : 1° Le terrain crétacé comprenant le terrain néocomien, la craie chloritée, la craie blanche; 2° le terrain quaternaire saharien; 3° le terrain d'alluvions anciennes; 4° le terrain d'alluvions actuelles.

» Le terrain crétacé présente, aux environs de Laghouat un système particulier de cuvettes montagneuses, isolées les unes des autres. On y trouve, en allant de haut en bas, des couches de dolomies, de gypse et de grès quartzeux, alternant avec des marnes violettes. Quelques sources importantes émergent du terrain crétacé. Leur débit pourrait être augmenté par des coups de sonde d'une faible profondeur.

» Le terrain quaternaire présente les mêmes caractères minéralogiques que sur la lisière nord du Sahara. Les ravinements qu'il a subis ont produit les dépressions que suivent

les cours d'eau actuels. Le débit de ces derniers a diminué à la suite des siècles et le niveau des eaux a également baissé. A une époque très-reculée, les pluies diluviennes devaient être très-fréquentes dans cette région, et hors de proportion avec les pluies de l'époque actuelle.

» Les massifs montagneux de la région centrale des steppes appartiennent à la formation crétacée, de même que ceux de la région méridionale. Ils présentent la même alternance de roches. On y trouve des fossiles nombreux qui permettent de constater la présence des étages suivants : terrain miocène, craie blanche, craie chloritée.

» Les couches crétacées forment, en général, de grandes ondulations qui sont propres à l'existence de nappes souterraines. La puissance de ces dernières est favorisée par les pluies souvent considérables qui tombent sur les massifs montagneux entourant le Zahrez et par la vigoureuse végétation arborescente qui couvre ces massifs.

» Il existe sur la lisière méridionale du bassin des Zahrez une bande très-étroite de terrain tertiaire supérieur et qui prend un plus grand développement sur les bords de l'Oued Melah, en amont du rocher de sel. Il y forme une espèce de golfe de 8 kilomètres de large qui affleure au milieu de la chaîne crétacée du Djebel Sahari. Les couches pliocènes étant plus ou moins perméables à cause de leur nature sableuse, leur plongement général au nord-ouest les rend propres à fournir des eaux jaillissantes, ou du moins ascendantes, dans un trou de sonde qui, probablement, n'aurait pas une grande profondeur.

» Le Zahrez Rharbi et le Zahrez Chergui sont de vastes salines naturelles enclavées dans le terrain quaternaire. Elles pourraient livrer au commerce d'immenses quantités de sel de bonne qualité, si une voie ferrée allant de Laghouat à Boghar et remontant la vallée de Chétif jusqu'à Amourah et Affreville, les reliait au chemin central d'Alger à Oran. Aujourd'hui elles ne sont exploitées que pour les besoins des tribus arabes qui les entourent. Le Zahrez Rharbi (de l'Ouest) reçoit sur sa rive méridionale un affluent, l'Oued Malah, qui passe au pied du rocher de sel de Rang el Melah, et un autre affluent, l'Oued Hadjera, qui passe au pied du rocher de sel d'Aïn Hadjera. Ces deux gîtes de sel gemme sont très-remarquables par leur constitution géologique. Le sel y est associé à des argiles gypseuses bariolées et à une roche éruptive, de telle sorte qu'on peut les considérer comme le résultat d'éruptions boueuses, gypso-salines, qui sont sans doute contemporaines, et se sont produites à travers une double enveloppe de terrain crétacé inférieur et de terrain tertiaire supérieur, au commencement de la période quaternaire.

» Le long des rives méridionales des deux Zahrez, il y a une ligne de dunes, qui ne sont autre chose que le prolongement des couches quaternaires qui se relèvent au sud, contre le flanc du Djebel Sahari. Elles se composent généralement de sables quartzeux jaunâtres, alternant avec quelques assises d'argiles bitumineuses noires et de sables argileux tenaces, sur lesquels la stratification est nettement accusée. Au milieu des dunes traversées par l'Oued Kaurirech, affluent du Zahrez Rharbi, on observe des couches de calcaire très-dur et une couche de gypse de 1 mètre de puissance. Au sommet d'une dune, située au sud du Zahrez Chergui, il y a une couche horizontale de travertin calcaire, de $0^{m},30$ d'épaisseur. En coupant les dunes, du nord au sud, on remarque que leurs sommets se trouvent sur une surface à peu près plane, qui se relève en pente douce contre les montagnes crétacées du sud. Tous ces faits prouvent que les dunes du bassin des Zahrez ne sont pas le résultat de l'accumulation des sables apportés par les vents. Ce sont des couches régulières de sables de

la période saharienne ou quaternaire, qui ont été déposées par des eaux douces ou saumâtres. Les vents modifient légèrement le relief extérieur des dunes, qui peut varier d'un jour à l'autre; mais la masse générale des sables ne se déplace pas et les dunes sont aujourd'hui dans la même position qu'elles occupaient à l'origine de la période géologique actuelle.

» Il existe, en plusieurs points des bords du Zahrez Rharbi, des sources d'eau douce, qui, par leur température élevée et à peu près constante en toute saison (18°,50 à 21 degrés) et leur situation au milieu d'un sol plat, loin de tout accident de terrain, doivent être considérées comme des sources jaillissantes naturelles. L'une de ces sources, appelée *Moeta Dejedean*, est d'autant plus remarquable qu'elle jaillit au milieu de la nappe d'eau salée du Zahrez Rharbi. Les couches quaternaires, formant une véritable cuvette, dont le Zahrez occupe le fond, il était à présumer que les puits artésiens donneraient de l'eau jaillissante à proximité des bords du lac. Cette prévision a été couronnée de succès, quatre sondages ont été exécutés sur les bords du Zahrez Rharbi.

» La zone septentrionale de la région des steppes, outre les formations géologiques citées précédemment, renferme au nord-ouest un très-petit affleurement de terrain jurassique, et au nord-est un îlot assez considérable de calcaire nummulitique, celui de Birin. Le terrain pliocène y est entièrement caché par les vastes dépôts quaternaires qui constituent les plaines de cette région. Il a été reconnu en profondeur dans les sondages de Chabounia et de Sbitéia. A l'exception de l'époque des pluies d'hiver, il y a généralement très-peu d'eau courante dans le haut Chélif qui est le fleuve de l'Algérie dont le bassin a le développement le plus considérable. Aussi comme il traverse des plaines immenses de terrain quaternaire, resserrées parfois entre des massifs montagneux de terrain crétacé, ces détroits paraissent favorables pour la concentration des nappes souterraines et la recherche des eaux jaillissantes. Certains massifs crétacés de cette région sont remarquables par les sources abondantes d'excellentes eaux potables qui en sortent et qui vont se perdre à peu de distance de leur origine dans les plaines quaternaires. Plusieurs de ces sources sont de véritables rivières, on citera l'Aïn Zerguin qui débite 200 litres par seconde.

» 3° *Constitution géologique de la lisière sud du Tell.* — La lisière méridionale du Tell est formée principalement par le terrain tertiaire moyen qui renferme un grand nombre de sources d'eau potable dont plusieurs sont dues à l'existence de nappes aquifères ascendantes. L'inclinaison des couches varie de manière à former de grandes ondulations très-favorables, par suite de la composition minéralogique du terrain, à la production de nappes souterraines qu'on pourrait amener au jour au moyen de puits artésiens dont la profondeur ne dépasserait pas 300 mètres probablement.

» Les sources miocènes surgissent, la plupart, à la séparation des grès et des marnes. Elles sont produites par les eaux de pluie qui s'infiltrent à travers les fissures des bancs de grès, sont arrêtées par les marnes et arrivent au jour en glissant à la surface des couches de marne par un trajet oblique sur la ligne de plus grande pente de ces dernières.

» Plusieurs sources émergent par siphonnement, d'après le mécanisme des eaux jaillissantes. On citera les sources de Boghar et celles de la nappe aquifère qui affleure entre Rharbia et Aïn el Abiod, au sud Aïn bou Cif. Ces faits ont une grande importance, parce qu'ils indiquent la possibilité d'obtenir des eaux jaillissantes dans les ondulations que présentent les couches tertiaires.

» Les sources qui émergent à travers les fissures des bancs de grès sont, en général, fraîches, limpides et de bon goût. Les eaux qui coulent ensuite à la surface des marnes tertiaires deviennent louches et prennent un goût saumâtre fort désagréable. Le débit des sources pourrait être augmenté, pour la plupart d'entre elles, au moyen de travaux de puits et de galeries souterraines.

» La température des diverses sources d'eau potable a varié entre 15 et 19 degrés dans la partie montagneuse et froide du terrain tertiaire moyen. On a trouvé 21 degrés centigrades pour les sources salées des Rebaïa, près d'Harmela. Cette dernière température provient, sans doute, de ce que ces sources sont de véritables sources jaillissantes, passant sur un gîte de sel gemme, qui se trouve à une certaine profondeur sous le sol.

» Les sources du terrain crétacé du sud ont souvent un débit beaucoup plus considérable que les sources du terrain tertiaire moyen du nord, et leur température est parfois plus élevée : elle atteint 27 degrés pour les eaux potables. Cela tient en grande partie à ce que les sources crétacées viennent d'une plus grande profondeur que les sources tertiaires.

» Je présente, dans la sixième partie, des considérations générales sur les sources naturelles du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger, et je fais connaître la composition chimique des eaux de ces contrées. Plusieurs de ces sources sont thermales simples, c'est-à-dire qu'elles doivent leur haute température à la profondeur d'où elles proviennent. J'indique les rapports existant entre la composition et l'âge géologique des terrains traversés par les eaux; j'ai ramené à une même formule les eaux potables des divers groupes que j'ai été amené à établir. Ainsi, pour 1 en poids de matières salines, je donne la proportion des divers genres de sels, chlorures, nitrates, sulfates, carbonates, silice et silicates, contenus dans la composition moyenne de chaque groupe d'eau. On voit ainsi facilement comment les eaux diffèrent en passant d'un terrain à l'autre. Les eaux des terrains quaternaires sont, en général, beaucoup plus chargées de matières salines que celles des autres terrains et, par suite, elles sont moins convenables pour la boisson. Elles contiennent plus de chlorures, et notamment plus de sel marin que les eaux quaternaires du Sahara de la province de Constantine. Elles sont donc plus propres que ces dernières à former des salines naturelles. Aussi trouve-t-on, dans les steppes de la province d'Alger, les grands lacs salés des Zahrez qui renferment des masses de sel marin beaucoup plus considérables qu'aucun des Cholls de la province de Constantine.

» Une carte géologique en trois feuilles, et à l'échelle de $\frac{1}{400000}$, est jointe au Mémoire. »

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie la « Carte agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes) par MM. *Meugy* et *Nivoit* », extrait de la Lettre d'envoi les renseignements suivants :

« Cette Carte, au $\frac{1}{40000}$, est la reproduction de celle du Dépôt de la Guerre, agrandie au double par la photographie.

» Nous aurions pu séparer complétement l'étude du sol superficiel de celle du sous-sol; mais, si le sous-sol ne détermine pas seul la composition de la terre qui le recouvre, il conserve presque toujours une influence prédominante sur cette composition; en outre, il

imprime au relief topographique son caractère particulier; il exerce sur la végétation une action de premier ordre, par la manière dont il se comporte à l'égard des eaux pluviales; enfin il est essentiel à connaître, pour la recherche des gîtes d'amendements, des engrais minéraux, des sources, etc.

» Nous avons donc été conduits à prendre une grande division géologique comme base de la classification des terres, dans l'arrondissement de Vouziers; à faire, en d'autres termes, une Carte *géologique agronomique*. Des teintes conventionnelles s'appliquent aux étages géologiques, que nous avons cherché à subdiviser autant que possible, afin de limiter le nombre de roches que chacune d'elles devait comprendre.

» Nous avons fait nos efforts pour que notre Carte parlât aux yeux, en rappelant la nature et les propriétés générales des terrains renfermés dans un même compartiment géologique. Ainsi, nous avons représenté les trois éléments fondamentaux de la terre végétale, le sable, l'argile et le carbonate de chaux, par des couleurs particulières. Les terrains marneux, ceux où la glaise et le sable jouent le principal rôle, comme les terrains des sables verts, où se trouvent les nodules phosphatés, si appréciés des agriculteurs, sont également représentés par des teintes spéciales. Les alluvions anciennes sont distinguées des alluvions modernes.

» Chacun des compartiments géologiques porte, en outre, des lettres indiquant la nature du sol superficiel. Ces lettres sont affectées d'un indice, variant de 1 à 5, et destiné à renseigner sur le degré d'humidité des terres.

» La Carte est accompagnée d'un volume de texte, partagé en six Chapitres.

» Le Chapitre I (*Description physique*) donne des renseignements sur la topographie du sol et sur l'hydrographie.

» Dans le Chapitre II (*Description agronomique et minéralogique*), chaque terrain est décrit par ses caractères topographiques, son étendue, sa répartition, sa constitution minéralogique, les matières utiles qu'il peut fournir, la composition chimique des terres végétales qui le recouvrent, les cultures auxquelles il donne lieu, l'hydrographie souterraine. Les terres les plus riches de l'arrondissement de Vouziers sont celles qui recouvrent l'argile à briques ou le limon des alluvions anciennes.

» Dans le Chapitre III (*Culture*), nous passons en revue les diverses cultures de l'arrondissement, en indiquant l'étendue qu'elles occupent, leur répartition sur les divers terrains, les sols qui leur conviennent le mieux, leur rendement, les améliorations dont elles sont susceptibles (terres labourables, terres plantées, prés, vignes, bois, landes), les procédés d'irrigation, de reboisement, etc.

» Dans le Chapitre IV (*Engrais et amendements*), nous étudions les engrais et amendements divers qui se trouvent à la disposition du cultivateur : fumier de ferme, engrais humain, engrais d'origine animale et d'origine végétale, engrais et amendements d'origine minérale, engrais industriels. Le sol de l'arrondissement de Vouziers est particulièrement riche sous ce rapport, car on y trouve en abondance des nodules de phosphate de chaux, des marnes et des pierres à chaux de bonne qualité. Un certain nombre d'industries laissent, en outre, comme résidus utilisables, des matières qui ont fait l'objet d'études spéciales de notre part : telles sont les sucreries, les distilleries, les brasseries, les huileries, les tanneries, etc.

» Le Chapitre V contient des données concernant la population, dans ses rapports avec la nature du terrain, le mode d'exploitation du sol, les matériaux de construction et les voies de communication.

» Enfin le Chapitre VI donne une description de chacune des cent vingt et une communes de l'arrondissement; c'est celui qui sera consulté avec le plus de fruit par le cultivateur. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. *A. Poëy*, concernant les « Rapports entre les taches solaires, les orages à Paris et à Fécamp, les tempêtes et les coups de vent dans l'Atlantique nord » :

« Veuillez me permettre, monsieur le Secrétaire, de compléter mes dernières recherches sur les rapports entre les taches solaires et les ouragans (1). J'ai trouvé que les orages à Paris et à Fécamp coïncident, ainsi que les ouragans aux Antilles, avec les maxima des taches; mais quant aux tempêtes et aux coups de vent violents de l'extrême nord de l'Atlantique, cette coïncidence s'est, au contraire, présentée avec les minima des taches.

» Le tableau ci-joint embrasse 1067 orages, compris dans la période de 1785 à 1872, et qui se trouvent inscrits dans les registres météorologiques de l'Observatoire de Paris, correspondant aux mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre. M. E. Marchand, qui en fait lui-même le dépouillement, a eu la bonté de me remettre une copie de ces précieux documents. Ce savant m'a encore communiqué les 310 orages qu'il a observés à Fécamp, de 1853 à 1872, pendant ces mêmes mois. Je dois enfin à l'extrême obligeance de M. W. von Freeden, directeur à Hamburg des Observatoires maritimes de l'Allemagne, les 829 tempêtes et coups de vent observés dans l'Atlantique nord sur les roûtes des bâtiments à vapeur de la compagnie *Lloyd*, allant de la Manche à New-York et *vice versa*. Ces 829 coups de vent violents correspondent aux n°s 10, 11 et 12 de l'échelle de Beauford, et sont désignés sous le nom de tempêtes ou *whole Gales*. De 1860 à 1867, nous avons environ 100 tempêtes par an; sur un total de 374 voyages, on trouve une moyenne de 2 coups de vent n° 10 par voyage, et par chaque intervalle de six jours de voyage, une moyenne de 1 coup de vent d'au moins six heures de durée. Si l'on comptait les vents du n° 9 comme des tempêtes, on aurait, suivant M. von Freeden, 2500 tempêtes dans ces huit années.

» La distribution des orages à Paris, de 1785 à 1872, embrasse huit périodes maxima de taches solaires, dont *six* concordent avec les maxima d'orages, ce sont celles de 1804, 1816, 1829, 1837, 1860 et 1870; la période de 1789 présente une hausse, mais en même temps elle offre, en 1794, un second maximum d'égale valeur, et à égale distance entre le maximum et le minimum suivant; la période de 1848 s'élève également avec un retard de trois ans. Maintenant, des huit périodes minima, *cinq* coïncident avec les taches : celles de 1784, 1798, 1823, 1833 et 1856; la période de 1844 n'est pas bien tranchée, parce que les orages augmentent après avoir graduellement baissés à partir du maximum de 1837; mais il est vrai qu'ils diminuent considérablement jusqu'en 1847, trois ans après, pour re-

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance du 24 novembre, p. 1222.

monter au maximum suivant de 1848; la période de 1867 fait défaut. Enfin la période de 1810 offre un maximum considérable en place d'un minimum. C'est l'unique et étrange anomalie que l'on observe dans ces seize périodes des orages, dont *onze* correspondent aux périodes des taches solaires, *deux* sont assez satisfaisantes, *deux* sont douteuses, puis *une* est entièrement manquée.

» En comparant ce résultat avec celui que j'ai déjà obtenu pour les ouragans des Antilles, on voit que les six périodes maxima des orages correspondent aux mêmes six périodes maxima des cyclones, sauf celle de 1860 qui nous a offert le maximum de ces perturbations dans l'océan Indien sud, concordant avec le transport des taches vers l'hémisphère solaire austral. Pour la période des orages de 1789, on voit un second maximum en 1794 d'égale valeur, et l'on trouve de même pour les ouragans un léger maximum en 1792. Il y a encore dans les ouragans et dans les orages un retard pour la période de 1848, qui est seulement plus considérable pour les derniers. Quant aux cinq périodes d'orages et d'ouragans concordant avec les taches, elles sont exactement les mêmes, sauf celle de 1784, que j'ai présentée comme douteuse pour les ouragans; mais, considérant que l'année 1783 n'en présente point, le maximum aurait pu s'anticiper de plus d'une année, ainsi qu'il arrive quelques fois. La baisse de 1847, pour les orages, se retrouve dans les ouragans, bien que moins considérable. Dans la période de 1867, les cas d'ouragans ne sont pas assez nombreux pour permettre une comparaison exacte. Finalement la période de 1810, faisant défaut à la fois dans les ouragans et les orages, présente un maximum, en 1810, pour les premiers et en 1811 pour les derniers, puis un second maximum en 1813 de part et d'autre. Ainsi la répartition des orages à Paris, et des ouragans aux Antilles, paraît correspondre d'une manière frappante aux périodes maxima et minima des taches solaires, non-seulement à l'égard de leurs coïncidences, mais encore par rapport à leurs discordances. Une telle concordance entre deux perturbations de nature différente et sous des latitudes tellement éloignées, ne peut avoir qu'une origine cosmique.

» Dans la répartition des orages à Fécamp, le minimum de 1856 et le maximum de 1860 se sont anticipés à peu près d'une année sur les périodes des taches solaires; le minimum de 1867, comme dans les orages à Paris, fait défaut; enfin le maximum de 1870 coïncide, ainsi qu'à Paris, un an après le maximum des taches.

» Si l'on envisage les 829 tempêtes et coups de vent violents de l'extrême nord de l'Atlantique, dans le trajet de la Manche à New-York, on trouve que le minimum de cas correspond au maximum des taches solaires de 1860, et le maximum de cas au minimum des taches de 1867; mais ce fait nouveau s'expliquerait probablement par la circonstance suivante : M. von Freeden a trouvé que le plus grand nombre de ces tempêtes a lieu entre les méridiens de 32 et de 57 degrés ouest; qu'il y a une différence de 12 pour 100 entre cette zone et celle d'égale étendue comprise entre 7 et 32 degrés; que cette différence est très-frappante pour l'intervalle entre 32 et 47 degrés, et qu'elle n'a lieu qu'avec les vents de l'ouest; que dans la zone de 57 à 76 degrés, les tempêtes du nord-est sont bien plus nombreuses que dans les autres sections, tandis qu'en dehors de la Manche, entre 7 et 32 degrés, les tempêtes de l'est sont remarquablement plus fréquentes, mais qu'elles ne disparaissent pas dans le dernier tiers de la route aussi complétement que celles de l'ouest; que les vents de l'est sont manifestement plus nombreux sur les côtes est et ouest de la zone centrale comprise

entre 32 et 47 degrés. M. von Freeden conclut que les parties centrales de l'Atlantique nord forment le point de départ, aussi bien pour les vents d'ouest qui soufflent vers l'Europe, que pour les vents d'est qui soufflent vers l'Amérique; car c'est principalement entre ces méridiens que descend le courant polaire froid, amenant avec lui les glaces arctiques, et que le vent s'échappe de cette large zone pour se répandre dans l'atmosphère plus chaude de ses limites orientales et occidentales (1).

» J'ajouterai qu'avant 1857 le capitaine R. Inglis avait fixé la limite ouest du courant équatorial entre les méridiens à 40 et 50 degrés ouest, dans le trajet de Liverpool à New-York. A cette limite, le courant équatorial descend, souffle du sud-ouest, tandis que le courant polaire souffle du nord au nord-nord-est, et, par leur collision, il se produit un vent d'ouest constant entre 40 degrés de longitude ouest et l'Angleterre, extrêmement favorable pour les voyages de retour. Le capitaine H. Toynbee remarque que la limite ouest du courant équatorial, assignée par M. Inglis, correspond à la limite est de la première rencontre des eaux froides, en partant d'Angleterre, et où les perturbations des vents du nord sont très-fréquentes. Ce savant a prouvé que le contact des eaux froides et des eaux chaudes donne lieu à un renversement des vents régnants, analogue aux brises de terre et de mer, ainsi qu'à des coups de vent et à des tempêtes vers une de ces limites (2).

» D'après M. von Freeden, c'est principalement en décembre et en janvier qu'eurent lieu les 829 tempêtes signalées dans le tableau. Les vents de l'ouest au nord-nord-ouest prédominent, ensuite viennent ceux du nord à l'est-nord-est, le chiffre le moins élevé étant celui des vents de l'est au sud-sud-ouest; mais les tempêtes les plus violentes commencent généralement du sud-sud-ouest; le vent tombe tout à fait et saute ensuite en passant par le sud; il tourne alors rapidement au nord-ouest, ou, pour mieux dire, le vent froid et dur du nord-ouest fait éruption avec une force insurmontable dans le courant raréfié du sud-ouest.

» Nous avons donc, au centre même de l'Atlantique, deux systèmes de tempêtes, les unes produites par la prédominance du courant polaire et le refoulement du courant équatorial à la limite de contact entre les eaux froides et les eaux chaudes du gulf-stream : ce sont les tempêtes hivernales et européennes; les autres, inversement produites à cette limite par la prédominance du courant équatorial et le refoulement du courant polaire : ce sont les vrais ouragans de l'équinoxe, qui nous arrivent de la région intertropicale, à partir de 10 degrés de latitude nord. Le rapport que je trouve maintenant entre ces deux systèmes de perturbations cycloniques et les taches solaires consiste en ce que la prédominance et l'énergie du courant polaire correspondrait aux *minima* des taches, tandis que la prédominance et l'énergie du courant équatorial correspondrait aux *maxima* des taches. Mes études sur ces deux courants antagonistes ne sont pas encore terminées; mais, dès à présent, je puis annoncer, d'après une série d'observations de 1810 à 1866, que des deux vents généraux qui règnent alternativement dans le détroit de Gibraltar, celui de l'est correspond à la période

---

(1) *Mittheilungen aus der Norddeutschen Seewarte.* Hamburg, 1870. N° 111, p. 1-55.

(2) *Report on the Meteorology of the North Atlantic.* London, 1869. Non-Official. — N° 2, p. 9-11.

minima des taches solaires, et celui de l'ouest, à la période *maxima* des taches ; ce dernier, comme les ouragans du sud-ouest, provenant des Antilles.

Périodes maxima et minima des taches solaires, des orages à Paris et à Fécamp, et des tempêtes dans l'extrême nord de l'Atlantique.

TACHES.	ORAGES A PARIS. Années.	Cas.	TACHES.	ORAGES A PARIS. Années.	Cas.	ORAGES A FÉCAMP.	Cas.	TEMPÊTES (OCÉAN ATLANTIQUE).	Cas.
Minim. 1784,8	1785.... 10			1830.... 14	27				
	1786.. — 8	22—		1831.... 13					
	1787.... 14		Minim. 1833,8	1832.... 14	22—				
Maxim. 1789,0	1788.... 20	28		1833.. — 8					
	1789.... 8			1834.... 18	31				
	1790.... 10	25		1835.... 13					
	1791.... 15		Maxim. 1837,2	1836.... 17	40+				
	1792.... 12	20		1837.. +23					
	1793.... 8			1838.... 19	40				
	1794.... 20	28		1839.... 21					
	1795.... 8			1840.... 7	22				
	1796.... 8	20		1841.... 15					
	1797.... 12			1842.... 12	21				
Minim. 1798,5	1798.... 8	13		1843.... 9					
	1799.. — 5		Minim. 1844,0	1844.... 22	36				
	1800.... 6	12—		1845.... 14					
	1801.... 6			1846.... 8	11				
	1802.... 13	22		1847.... 3					
	1803.... 9		Maxim. 1848,6	1848.... 11	21				
Maxim. 1804,0	1804.... 9	21		1849.... 10					
	1805.... 12			1850.... 9	15				
	1806.. +16	28+		1851.... 6					
	1807.... 12			1852.... 17	34				
	1808.... 13	26		1853.... 17		 9			
	1809.... 13			1854.... 10	19	 12	19—		
Minim. 1810,5	1810.... 16	42		1855.... 9		... — 7			
	1811.... 26		Minim. 1856,2	1856.... 8	19	 11	27		
	1812.... 11	30		1857.... 11		 16			
	1813.... 19			1858.. — 5	15—	 20	42+		
	1814.... 10	20		1859.... 10		... +22			
	1815.. . 10		Maxim. 1860,2	1860.... 8	24+	 9	31	... —25	75 —
Maxim. 1816,8	1816.... 12	28		1861.... 16		 22		 30	
	1817.... 16			1862.. +17	21	 16	25	 81	204
	1818.... 11	32+		1863.... 4		 9		 123	
	1819.. +21			1864.... 6	16	 9	30	 107	179
	1820.... 15	27		1865.... 10		 21		 72	
	1821.... 12		Minim. 1867,2	1866.... 10	19	 12	31	.. +199	391+
Minim. 1823,2	1822.... 23	29		1867.... 9		 19		 192	
	1823.. — 6			1868.... 13	18	 16	34		
	1824.... 6	17—		1869.... 5		 18		Total...	829
	1825.... 11		Maxim. 1870,7	1870.... 11	25+	 16	34+		
	1826.... 10	29		1871.... 14		 18			
	1827.. +19			1872.. +21		... +28			
Maxim. 1829,5	1828.... 18	33+							
	1829.... 15			Total...	1067	Total...	310		

Nota. — Les périodes des orages et des tempêtes, marquées + et —, coïncident avec les périodes des taches solaires. Pour les orages, sur huit maxima, six concordent; sur huit minima, cinq concordent.

Le minimum des tempêtes correspond au maximum des taches, et le maximum des tempêtes au minimum des taches.

ERRATA au dernier tableau des ouragans : *lisez* sur onze minima, cinq concordent.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note préliminaire sur les éléments existant dans le Soleil;* par M. N. **Lockyer**. (Présentée par M. Dumas.)

« Dans une Communication présentée à l'Académie, le 30 décembre 1872, j'ai démontré que le caractère sur lequel on s'appuyait pour reconnaître qu'un métal existait ou n'existait pas dans le Soleil, c'est-à-dire la présence ou l'absence des raies les plus brillantes et les plus fortes de ce métal dans le spectre solaire, n'était pas un caractère absolument sûr, et que la démonstration la plus certaine était la présence ou l'absence des raies les plus longues de ce métal, ces longues raies étant celles qui persistent le plus dans le spectre après que la pression de la vapeur a diminué.

» J'ai dit, dans cette Communication, à propos de l'essai en question : « Ce caractère nous permettra bientôt, sans doute, de déterminer la pré-» sence de matières nouvelles dans l'atmosphère du Soleil; et l'on voit » déjà, en consultant la dernière Table des éléments solaires, par Thalén, » qu'on doit, d'après les résultats donnés par la nouvelle méthode, ajouter » le zinc, l'aluminium et peut-être le strontium aux éléments inscrits sur » cette Table. »

» En vue de poursuivre ces recherches dans les conditions les plus avantageuses, il sera nécessaire de dresser des cartes complètes des raies longues et courtes de tous les éléments. Cependant il n'est pas absolument indispensable d'attendre qu'une série complète de ces cartes ait été exécutée pour commencer des recherches préliminaires, car les listes des raies, données par les différents observateurs, peuvent servir à établir quelles sont les raies les plus longues ou les plus courtes, parce que j'ai démontré que les raies reconnues à une température basse ou bien fournies par une faible proportion de métal, ou bien encore par un de ses composés chimiques, sont précisément celles qui apparaissent les plus longues quand on observe le spectre complet de la vapeur pure et dense.

» Quant aux différentes listes ou cartes publiées par les divers observateurs, on sait qu'il a été employé des températures très-différentes pour produire les spectres : quelques savants se sont servis de l'arc électrique avec une batterie très-puissante; d'autres ont employé l'étincelle d'induction avec ou sans la bouteille de Leyde. Dans certains cas, on a mis en usage les chlorures des métaux ; dans d'autres, on a opéré sur des échantillons des métaux eux-mêmes.

» Il est donc évident que cette diversité dans les méthodes ou dans les

produits ne peut manquer d'amener des différences dans les résultats, et, en comparant plusieurs tables ou cartes des spectres entre elles, nous trouvons sur quelques-unes une grande quantité de raies qui sont omises sur les autres. Lorsqu'on se reporte aux méthodes employées pour dresser ces tables, on reconnaît de suite que les listes les plus complètes proviennent des observateurs qui ont employé les batteries d'une grande puissance et les électrodes métalliques, tandis que les listes les moins riches sont données par les observateurs qui emploient de faibles batteries ou des chlorures. Les listes de ces derniers donnent seulement les raies les plus longues; celles qu'ils omettent, et qui sont signalées par les premiers, sont les raies les plus courtes.

» Dans les cas où je n'ai pas pu tracer moi-même le spectre, par la nouvelle méthode d'observation mentionnée dans mon Mémoire, j'ai considéré les raies les plus longues comme étant ainsi approximativement déterminées, car il paraissait désirable, à cause du grand nombre de raies non dénommées dans le spectre solaire, de rechercher de suite les plus longues raies des éléments, sans attendre que les cartes fussent complétement dressées.

» M'étant décidé à faire cette recherche préliminaire, je voulus me tracer une route en m'assurant s'il existait quelque qualité qui pût établir une différence entre les éléments déjà reconnus dans le Soleil et ceux que l'on n'y avait pas découverts. Dans ce but, je chargeai mon préparateur, M. R.-J. Friswell, de préparer deux listes des principaux caractères chimiques des éléments dont la présence était déjà reconnue, et de ceux que l'on n'avait pas trouvés dans le Soleil. Ce travail fut fait en prenant un certain nombre des composés les mieux connus de chaque élément, tels que ceux qui sont formés par l'oxygène, le soufre, le chlore, le brome ou l'hydrogène, et en les classant en stables ou instables. Lorsqu'il n'existait pas de composé, on l'indiquait.

» Deux tables furent donc dressées, l'une contenant les éléments solaires, l'autre plus considérable, contenant les éléments non solaires, d'après nos connaissances du moment.

» Ces tables me démontrèrent, par leur comparaison, qu'en général les éléments solaires connus forment des composés d'oxygène stables.

» J'ai dit en général, parce que la différence n'était pas absolue, mais elle était assez forte pour me décider à commencer mes opérations par la recherche, dans le Soleil, des éléments disposés à créer des oxydes forts.

» Le résultat, jusqu'à présent, est que le strontium, le cadmium, le

cuivre, le cérium et l'uranium, ajoutés aux éléments de la liste de Thalén (*), semblent, très-probablement, devoir exister dans la couche absorbante du Soleil. Si, dans la suite, la présence du cérium et de l'uranium dans le Soleil se confirme, le groupe des métaux du fer s'y trouvera au complet.

» Comme contre-épreuve, on rechercha les métaux qui forment des oxydes instables, tels que l'or, l'argent, le mercure. On n'en trouva aucun.

» Le même résultat négatif se présenta quand on rechercha les raies dues à l'étincelle de la bouteille de Leyde, éclatant dans le chlore, le brome, l'iode et autres corps non métalliques du groupe formant des combinaisons avec l'hydrogène.

» D'autres recherches m'ont amené aux conclusions suivantes :

» I. L'absorption de quelques gaz élémentaires ou composés est limitée à la partie la plus réfrangible du spectre, quand les gaz sont rares, et gagne graduellement la partie violette et finalement l'extrémité rouge du spectre, à mesure que la pression s'accroît.

» II. L'absorption générale et l'absorption sélective de la lumière de la photosphère et, par conséquent, la température de la photosphère du Soleil sont beaucoup plus grandes qu'on ne l'a supposé.

» III. Les raies des composés d'un métal avec l'iode, le brome, etc., sont généralement observées dans l'extrémité rouge du spectre, ce qui vient corroborer l'absorption dans le cas de la vapeur d'eau.

» Ces spectres, comme ceux des métalloïdes, sont séparés spectroscopiquement de ceux des éléments métalliques par leur apparence en colonnes ou en bandes.

» IV. Il n'y a, très-probablement, aucun composé habituellement présent dans la couche absorbante du Soleil.

» V. Quand un composé métallique en vapeur, comme ceux dont il est question au n° III, est dissocié par l'étincelle, les bandes spectrales du composé s'effacent et les lignes les plus longues du métal apparaissent, suivant la température employée.

» Quoique notre connaissance des spectres des étoiles soit malheureusement bien incomplète, j'extrais les faits suivants des observations si délicates et si habiles faites par Rutherford et par le P. Secchi.

» VI. Le Soleil, autant que nous pouvons en juger par son spectre, peut être considéré comme le représentant d'une classe (β) et l'intermédiaire

(*) Dans ces derniers jours j'ai déterminé rigoureusement l'existence de potassium.

entre les étoiles (α) ayant un spectre de même nature, mais beaucoup plus simple, et les étoiles (γ) dont le spectre est beaucoup plus compliqué et d'une nature différente.

» VII. Sirius, comme type de la classe (α) est la plus brillante, et, par conséquent, la plus chaude (?) des étoiles de notre ciel du nord. On sait, d'une manière certaine, qu'elle contient de l'hydrogène; les autres raies métalliques sont extrêmement fines et indiquent seulement la présence d'une faible proportion de vapeurs métalliques, tandis que les *raies de l'hydrogène dans cette étoile sont énormément élargies;* ce qui montre que la chromosphère est en grande partie composée de cet élément.

» Il y a d'autres étoiles brillantes de la même classe : on peut nommer α Lyræ.

» VIII. Comme types de γ, les étoiles rouges peuvent être citées; leur spectre est composé d'espaces cannelés et de bandes : d'où il suit que les couches absorbantes de ces étoiles contiennent probablement des métalloïdes ou des composés, ou peut-être l'un et l'autre, en grande quantité, et dans leur spectre non-seulement l'hydrogène manque, mais les raies métalliques sont réduites en épaisseur et intensité, ce qui, au point de vue indiqué au n° V, indiquerait que les vapeurs métalliques sont *entrées en combinaison*. Il est naturel de supposer que ces étoiles sont à une température plus basse que celle de notre Soleil.

» Je me suis demandé si ces faits, groupés ensemble, ne pourraient pas justifier l'hypothèse (*) que, dans les couches absorbantes du Soleil et des étoiles, plusieurs ordres de dissociations célestes seraient en train de s'accomplir et empêcheraient le rapprochement des atomes, qui, à la température de la Terre et à toutes les températures artificielles qu'on ait pu atteindre jusqu'ici, composent les métaux, les métalloïdes et les composés connus.

» D'après cette hypothèse, les corps que nous appelons *éléments*, et qui ne se trouvent pas dans les couches absorbantes des étoiles dont la température est très-exaltée, seraient en voie de formation dans l'atmosphère coronale et en voie de destruction à mesure que la densité de leur vapeur les ferait descendre; et non-seulement leur absorption serait faible en conséquence de la réduction de pression de cette région; mais, quelle que fût cette absorption, elle serait probablement limitée, entièrement ou en grande partie, *à l'extrémité invisible ultra-violette du spectre* dans le cas

---

(*) *Working hypothesis.*

des corps simples, tels que les gaz purs, leurs combinaisons et le chlore. (*Voir* I.)

» La démonstration spectroscopique relative à ce qu'on peut appeler la *plasticité* des molécules des métalloïdes, comprenant, bien entendu, l'oxygène et l'azote, mais excluant l'hydrogène, est si absolue, que l'absorption de l'iode, quoique généralement ce corps soit transparent pour la lumière violette, peut être poussée en partie dans le violet du spectre, ainsi que je l'ai trouvé en répétant une expérience du docteur Andrews sur le dichroïsme de l'iode, dans laquelle j'ai observé le spectre, car l'iode en solution dans l'eau ou dans l'alcool se départit aussitôt de ses qualités d'absorption ordinaires et arrête la lumière violette.

» La comparaison préliminaire de l'absorption ordinaire du spectre d'une couche de 6 pieds de chlore ne rend pas improbable que le chlore, à une basse température, soit la cause de quelques-unes des lignes de Frauenhofer dans le violet, quoique, comme je l'ai dit d'abord, je n'aie rien obtenu d'évident à l'égard de l'interversion des raies brillantes du chlore vues dans l'étincelle de la bouteille de Leyde.

» Il y a aussi une coïncidence apparente entre quelques-unes des raies de Frauenhofer et quelques raies d'absorption de l'iode à faible température.

» Si des recherches subséquentes confirment cette hypothèse pratique, il semble probable que les météorites de fer se relieront aux étoiles métalliques, et les météorites pierreux aux étoiles caractérisées par des métalloïdes ou des composés. Parmi les métaux du groupe du fer, connus dans le Soleil, le fer et le nickel sont ceux qui y existent en plus grande quantité, ainsi que je l'ai reconnu par le nombre des raies renversées. On pourrait aussi se reporter à d'autres faits frappants, tels que la présence de l'hydrogène dans les fers météoriques.

» Une spéculation de physique très-intéressante, qui se rapporte à cette hypothèse, est de savoir l'effet qui serait produit sur la période de durée de chaleur d'une étoile, en supposant que les atomes primaires dont l'étoile est composée sont en possession de l'excès d'énergie potentielle de combinaison dont cette hypothèse les a doués. Depuis les premières phases de l'existence de l'étoile, la dissipation de l'énergie mettrait en action, à tout moment, une nouvelle quantité de chaleur qui servirait ainsi à prolonger sa vie.

» Si les chimistes s'emparaient de cette question, qui surgit de l'évidence spectroscopique, de ce que j'ai appelé la *plasticité des molécules des métalloïdes* prise dans son ensemble, il se pourrait aussi qu'une grande

partie de la puissance de variation qui est accordée à présent aux métaux fût reportée aux métalloïdes. Je ne puis qu'indiquer ce fait; autant que j'en puis juger, les changements d'atomicité se produisent dans les cas où les métalloïdes sont intéressés et jamais quand les métaux seuls sont en question.

» Comme exemple, je puis citer les combinaisons triatomiques formées par le chlore, l'oxygène, le soufre, etc., dans les cas des métaux tétrades ou hexades.

» Ne pourrions-nous, d'après ces données, définir avec justesse un métal, en disant que c'est une substance dont le spectre d'absorption est généralement le même que le spectre de radiation, tandis qu'un métalloïde serait une substance dont le spectre d'absorption différerait généralement du spectre de radiation? En d'autres termes, cela signifie qu'en passant d'un état chaud à un état comparativement froid, la plasticité de ces derniers entre en action, et nous obtenons un nouvel arrangement moléculaire.

» Ne sommes-nous pas alors autorisés à demander, par exemple, si la transformation de l'oxygène en ozone ne serait pas simplement un type d'un phénomène propre à tous les métalloïdes? »

CHIMIE. — *Sur la nature des éléments chimiques.* Observations présentées par M. **Berthelot**, à propos de la Communication de M. *N. Lockyer.*

« Je pense qu'il faut énoncer avec réserve l'hypothèse d'une décomposition progressive de tous les corps, sous l'influence d'une température croissante, laquelle ramènerait d'abord les substances composées aux éléments simples actuellement reconnus des chimistes, puis ceux-ci à des éléments plus simples encore, soit identiques avec certains de nos éléments actuels, soit même complétement nouveaux.

» En effet les corps simples, tels que nous les connaissons, possèdent certains caractères positifs qui n'appartiennent pas aux corps composés : telles sont les relations qui existent entre la chaleur spécifique d'un corps, sa densité gazeuse et son poids atomique, relations indépendantes de la température.

» Les gaz simples, sous le même volume et la même pression, absorbent tous à peu près la même quantité de chaleur pour s'élever de 1 degré, ce qui paraît répondre à un même accroissement de force vive. Sous le même volume, leurs poids absolus sont d'ailleurs proportionnels à leurs poids atomiques, ces derniers étant définis par les rapports pondéraux des com-

binaisons. De là une relation entre les poids atomiques et les chaleurs spécifiques des éléments : c'est la loi de Dulong et Petit, découverte d'abord, comme l'on sait, par l'étude des corps solides. En effet, les poids atomiques des éléments solides absorbent aussi des quantités de chaleur, les unes identiques, les autres doubles les unes des autres. On pourrait dire toutes identiques, à deux ou trois exceptions près, si l'on adoptait les poids des atomistes modernes; mais on ne retrouverait alors ni une conformité exacte entre les nouveaux poids atomiques des métaux et les volumes gazeux qu'ils occupent, ni une conformité exacte entre les nouveaux poids atomiques des métaux et leurs chalenrs spécifiques sous la forme gazeuse, chaleurs spécifiques dont la signification théorique est cependant mieux définie que sous la forme solide. Quoi qu'il en soit de ce dernier point, la loi de Dulong, pour les gaz simples et même pour les corps solides, caractérise nos éléments chimiques.

» Or ces éléments tendent à conserver leur chaleur spécifique dans les combinaisons. On a remarqué, depuis longtemps, que le produit de la chaleur spécifique d'un corps composé solide, par son poids atomique, c'est-à-dire sa chaleur spécifique atomique, ne diffère guère de la somme des produits analogues relatifs à ses éléments : la chaleur spécifique atomique d'un corps composé solide est à peu près la somme des chaleurs spécifiques de ses composants solides, relation qui a été vérifiée par des centaines d'observations numériques, telles que les déterminations de chaleurs spécifiques par M. Regnault, par Neumann et, dans ces derniers temps, par M. Kopp. En admettant avec Dulong que les atomes de tous les éléments possèdent une chaleur spécifique identique, on voit que la chaleur spécifique atomique d'un corps composé solide sera égale à cette valeur commune multipliée par le nombre des atomes qui forment le composé.

» Les mêmes relations existent, d'après l'expérience, pour les gaz composés formés sans condensation, tels que le bioxyde d'azote, l'acide chlorhydrique et l'oxyde de carbone. Il y a plus : M. Clausius et la plupart des physiciens qui se sont occupés de la théorie mécanique de la chaleur admettent que cette relation doit être générale pour les chaleurs spécifiques des gaz composés, prises à volume constant et dans l'état de gaz parfait.

» Sans aller jusqu'à ce terme un peu hypothétique, et sans sortir du domaine de l'expérience, il convient de remarquer, d'une part, que les poids atomiques des gaz composés, déterminés par des considérations

purement chimiques, occupent en général le même volume gazeux, et, d'autre part, que la quantité de chaleur nécessaire sous pression constante pour élever de 1 degré un certain volume d'un gaz composé et formé avec condensation est, sans aucune exception, supérieure à la quantité de chaleur absorbée par le même volume d'un gaz simple sous la même pression; l'écart est d'autant plus grand que la composition du gaz est plus compliquée, comme le montrent les expériences de M. Regnault sur les chaleurs spécifiques des gaz et des vapeurs.

» Ces faits étant admis, il est facile d'assigner quels caractères devrait offrir un des corps actuellement prétendus simples, s'il était formé en réalité par la réunion de plusieurs autres de nos éléments combinés entre eux, ou bien par la condensation de plusieurs atomes d'un même élément, cette combinaison ou cette condensation étant supposée comparable à la combinaison ou à la condensation qui donne naissance aux corps composés actuels.

» S'il s'agissait de l'un de nos corps gazeux, réputé à tort élémentaire, il devrait être formé sans condensation par l'union de ses deux éléments hypothétiques; car les gaz composés formés sans condensation sont les seuls qui présentent la même chaleur spécifique que les gaz simples, sous le même volume. Tous les autres gaz composés possèdent une chaleur spécifique beaucoup plus forte et qui tend à se rapprocher de la somme de celles de leurs éléments. Mais, d'autre part, le poids atomique de l'élément prétendu, déterminé par la loi de Gay-Lussac, serait égal à la moyenne des poids atomiques des composants et non pas à leur somme.

» D'où il suit qu'il ne peut exister d'élément tel que son atome chimique soit formé par la réunion d'un certain nombre d'atomes identiques d'un autre élément, à la façon de nos corps composés actuellement connus; il n'existe pas d'élément polymère jouant le même rôle chimique que l'élément non condensé dont il dérive, c'est-à-dire au sens des composés polymères de la Chimie organique, dont le poids atomique est la somme des poids atomiques de leur composant.

» Précisons ces idées par un exemple. Nous pouvons comparer une série d'éléments dont les poids atomiques sont à peu près multiples les uns des autres. Tels sont

L'hydrogène, dont le poids atomique est égal à	1
L'oxygène, environ	16
L'azote	14

pour nous borner aux gaz dont on a mesuré la chaleur spécifique. Or, si l'oxygène résultait de l'association de 16 atomes d'hydrogène, au même

sens que le bioxyde d'azote résulte de l'association de 1 volume d'azote et de 1 volume d'oxygène, il faudrait qu'il occupât un volume à peu près 16 fois aussi grand : sinon la chaleur spécifique de l'oxygène, telle qu'elle a été mesurée par M. Regnault, ne satisferait pas aux lois des chaleurs spécifiques des corps composés (1). De même l'azote devrait occuper un volume 14 fois aussi grand. On voit par là que les lois des chaleurs spécifiques gazeuses, déterminées par expérience, établissent une différence profonde entre nos éléments actuels et leurs combinaisons connues ou vraisemblables; cette différence est indépendante de la température.

» Les mêmes différences existent pour les corps composés solides, comparés avec les éléments solides. Soient, en effet, une série d'éléments semblables, multiples d'une même unité, tels que les éléments thioniques :

Le soufre, dont le poids atomique est égal à..	$16 \times 2 = 32$
Le sélénium, voisin de....................	$16 \times 5 = 80$
Le tellure..............................	$16 \times 8 = 128$

» Les poids atomiques de ces éléments sont absolument définis : au point de vue physique, par leurs densités gazeuses, prises à une température suffisamment haute; au point de vue chimique, par leurs combinaisons avec un même groupe d'éléments, tels que l'hydrogène et les métaux. En particulier, ils forment, avec l'hydrogène,

L'acide sulfhydrique................	S^2H^2,
L'acide sélénhydrique..............	Se^2H^2,
L'acide tellurhydrique..............	Te^2H^2,

composés dont la condensation est pareille.

» A première vue, il semble que l'on puisse comparer cette série d'éléments avec une série de carbures d'hydrogène, diversement condensés, mais jouissant de propriétés chimiques pareilles. Tels seraient :

L'éthylène, dont le poids atomique est égal à	$14 \times 2 = 28$
L'amylène, »	$14 \times 5 = 70$
Le caprylène, »	$14 \times 8 = 112$
L'éthalène, »	$14 \times 16 = 224$

» Les poids atomiques de ces carbures sont absolument définis : au point de vue physique, par leur densité gazeuse; au point de vue chimique, par leur combinaison avec un même groupe d'éléments, tels que l'hydro-

(1) A volumes égaux, ce qui est plus rigoureux au point de vue des chaleurs spécifiques, la pression de l'oxygène devrait être 16 fois aussi grande que celle de l'hydrogène.

gène, le chlore, etc. En particulier, ils forment, avec l'hydrogène, les hydrures suivants :

Hydrure d'éthylène	$(C^4 H^4) H^2$,
Hydrure d'amylène..........................	$(C^{10} H^{10}) H^2$,
Hydrure de caprylène	$(C^{16} H^{16}) H^2$,
Hydrure d'éthalène	$(C^{32} H^{32}) H^2$.

» Entre la série des éléments thioniques et la série des carbures éthyléniques, le parallélisme est évidemment fort étroit ; une opinion des plus autorisées s'appuie sur ces analogies pour rapprocher certaines séries de corps simples avec les séries des corps composés.

» Mais ce rapprochement ne s'étend pas jusqu'aux chaleurs spécifiques. En effet, les chaleurs spécifiques du soufre, du sélénium, du tellure, pris sous l'unité de poids, sont en raison inverse de leurs poids atomiques, c'est-à-dire que leurs chaleurs spécifiques atomiques ont la même valeur, conformément à la loi de Dulong.

» Au contraire, les chaleurs spécifiques des carbures polymères qui viennent d'être cités sont à peu près les mêmes sous l'unité de poids, d'après les déterminations que l'on en connaît, c'est-à-dire que leurs chaleurs spécifiques atomiques sont multiples les unes des autres, étant proportionnelles à leurs poids atomiques.

» Entre les corps composés que nous connaissons et leurs polymères, il existe donc cette relation générale, que la chaleur spécifique atomique d'un polymère est à peu près un multiple de celle du corps non condensé.

» Au contraire, la chaleur spécifique atomique demeure constante pour les divers éléments dont les poids atomiques sont multiples les uns des autres. Les mêmes difficultés existent pour l'hypothèse d'un corps simple dont le poids atomique serait la somme des poids atomiques de deux autres.

» Il y a donc entre les propriétés physiques des éléments et celles de leurs composés une opposition singulière et qui donne à réfléchir ; elle est d'autant plus importante que la notion de chaleur spécifique est une traduction du travail moléculaire général, par lequel tous les corps sont maintenus en équilibre de température les uns avec les autres. Cette opposition ne prouve nullement, et je ne voudrais pas que l'on se méprît sur ma pensée à cet égard, l'impossibilité théorique de décomposer nos éléments actuels ; mais elle définit mieux les conditions du problème et elle conduit à penser que la décomposition de nos corps simples, si elle pouvait avoir lieu, devrait être accompagnée par des phénomènes d'un tout

autre ordre que ceux qui déterminent jusqu'ici la destruction de nos corps composés. »

M. **Dumas** : « Les remarques de notre savant confrère, M. Berthelot, sont parfaitement correctes, en tant qu'elles s'appliquent au mode de vibration de l'éther que nous appelons *chaleur*. Elles ne s'appliqueraient plus à tout autre mode de vibration, à celui qui est nécessaire peut-être pour décomposer un corps réputé simple. Comme il veut bien rappeler le rapprochement que j'avais fait, autrefois, entre les radicaux organiques et les éléments minéraux, il me permettra d'ajouter que les *différences* qu'il signale entre eux m'étaient bien connues (*Leçons de Philosophie chimique*, 1836, p. 280) et qu'elles ne m'avaient pas semblé suffisantes pour combattre les conclusions dérivées des *analogies* saisissantes que j'avais signalées un peu plus tard.

» Mais M. Berthelot accorde, en terminant, tout ce que sont disposés à admettre les personnes qui pensent que ce qui doit prédominer, dans ces questions, c'est le sentiment de la *continuité* dans les caractères des êtres et dans les phénomènes de la nature.

» Pour ne laisser, du reste, aucun doute sur la pensée propre de M. Lockyer, je communique une Lettre qu'il m'a écrite à ce sujet :

5, Alexandra Road, Finchley Road, London N. W., 3 décembre.

« Je vous envoie quelques exemplaires des photographies des spectres des métaux solaires dont je m'occupe à présent. Par un nouveau procédé, j'ai réussi à obtenir plusieurs spectres métalliques et le spectre solaire sur la même plaque, de sorte qu'au lieu d'observer 60 lignes par jour, je peux en photographier 3000 et obtenir leurs coïncidences EXACTES avec les lignes de Frauenhofer.

» J'espère vous envoyer, dans quelques jours, un Mémoire dans lequel j'explique le nouveau procédé et où j'en montre quelques résultats.

» Dans ces derniers jours, j'ai tracé dans le Soleil les métaux suivants : cadmium, strontium, cérium, uranium, plomb et potassium.

» Il semble que plus une étoile est chaude, plus son spectre est simple, et que les éléments métalliques se font voir dans l'ordre de leurs poids atomiques.

» Ainsi nous avons :

» 1° Des étoiles très-brillantes où nous ne voyons que l'hydrogène *en quantité énorme* et le magnésium ;

» 2° Des étoiles plus froides, comme notre Soleil, où nous trouvons :

$$H + Mg + \mathit{Na}$$
$$H + Mg + Na + Ca,\ Fe,\ \ldots;$$

dans ces étoiles, pas de métalloïdes.

» 3° Des étoiles plus froides encore, dans lesquelles *tous les éléments métalliques sont*

ASSOCIÉS, où leurs lignes ne sont plus visibles, et où nous n'avons que les spectres des métalloïdes et des composés.

» 4° Plus une étoile est âgée, plus l'hydrogène libre disparaît; sur la Terre, nous ne trouvons plus d'hydrogène en liberté.

» Il me semble que ces faits sont les preuves de plusieurs idées émises par vous. J'ai pensé que nous pouvions imaginer une « *dissociation céleste* », qui continue le travail de nos fourneaux, et que les métalloïdes sont des composés qui sont dissociés par la température solaire, pendant que les éléments métalliques monoatomiques, dont les poids atomiques sont les moindres, sont précisément ceux qui résistent, même à la température des étoiles les plus chaudes. »

» J'ai reçu de M. Lockyer de nouveaux documents; j'attendrai son autorisation pour les mettre sous les yeux de l'Académie. Peut-être serait-il utile d'en avoir pris connaissance, avant d'aller plus loin dans la discussion d'une question dont il a si soigneusement considéré tous les aspects.

» En résumé, quand je soutenais devant l'Académie que les éléments de Lavoisier devaient être considérés, ainsi qu'il l'avait établi lui-même, non comme les éléments *absolus* de l'univers, mais comme les éléments *relatifs* de l'expérience humaine; quand je professais, il y a longtemps, que l'*hydrogène* était plus près des *métaux* que de toute autre classe de corps, j'émettais des opinions que les découvertes actuelles viennent confirmer et que je n'ai point à modifier aujourd'hui. »

ANALYSE. — *Note sur l'identité des formules données par* Cauchy (*) *pour déterminer les conditions de convergence* de la série de Lagrange, *avec celles qui ont été établies par* Lagrange *lui-même* (**); *par* M. L.-F. MÉNABRÉA.

» Étant donnée l'équation

$$x = u + qf(x), \tag{1}$$

le terme général de la série de Lagrange correspondant à cette équation est

$$\frac{q^n}{1 \ldots n} \frac{d^{n-1} f(u)^n}{du^{n-1}}. \tag{2}$$

D'après Cauchy, la série sera *convergente* ou *divergente*, selon que le plus

(*) *Mémoire sur divers points d'Analyse* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, t. VII).

(**) *Nouvelle Méthode pour résoudre les équations littérales*, § 4 (*Histoire de l'Académie des Sciences de Berlin* pour l'année 1768).

grand module de

$$(3) \qquad \frac{qf(u+y)}{y} = \mathrm{N}$$

sera moindre ou plus grand que l'unité.

» La valeur de y, qui donne le module maximum, correspond à une racine de l'équation

$$(4) \qquad \frac{d\left[\frac{f(u+y)}{y}\right]}{dy} = 0,$$

qui revient à

$$(5) \qquad yf'(u+y) - f(u+y).$$

En remplaçant y par l'expression plus générale $y = re^{\omega\sqrt{-1}}$, on cherchera, dans l'expression (4), la valeur de ω qui rend l'expression (3) un *maximum*, et l'on déduira de l'équation (5) la valeur de r correspondant au *maximum maximorum* du module : telle est la théorie de Cauchy.

» Lagrange considère une fonction $qf(x)$ de la forme

$$(6) \qquad qf(x) = \mathrm{A}x^a + \mathrm{B}x^b - \mathrm{C}x^c + \ldots.$$

Observant que les termes de la série dont le terme général est (2) se décomposent en termes monômes suivant les puissances de u, il trouve, pour le terme général *monôme* de l'ordre i, l'expression suivante :

$$(7) \qquad \mathrm{K}\left[\upsilon\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon-1}\right)^{\upsilon-1}\left(\frac{\mathrm{A}}{\mu}\right)^{\mu}\left(\frac{\mathrm{B}}{\nu}\right)^{\nu}\left(\frac{\mathrm{C}}{\pi}\right)^{\pi}\cdots\right]^{i} = \mathrm{KN}^{i},$$

où K est un coefficient de l'ordre i élevé à une puissance finie, et les quantités μ, ν, π,... et υ sont liées par les conditions suivantes :

$$(8) \qquad \mu + \nu + \pi + \ldots = 1,$$

$$(9) \qquad \upsilon = a\mu + b\nu + c\pi + \ldots.$$

Lagrange, considérant que $\lim \sqrt[i]{\mathrm{K}} = 1$ quand on fait $i = \infty$, en conclut que la condition nécessaire pour que les termes monômes de la série forment eux-mêmes une série convergente est que le plus grand module de N soit moindre que l'unité.

» En cherchant, par rapport à μ, ν, π, ..., υ, le maximum de

$$(10) \qquad \mathrm{N} = \upsilon\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon-1}\right)^{\upsilon-1}\left(\frac{\mathrm{A}}{\mu}\right)^{\mu}\left(\frac{\mathrm{B}}{\nu}\right)^{\nu}\left(\frac{\mathrm{C}}{\pi}\right)^{\pi}\cdots,$$

on trouve, pour déterminer les valeurs de $\mu, \nu, \pi, \ldots, \upsilon$ correspondant à ce maximum, les équations suivantes :

$$(11) \qquad \mu = \lambda A\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^a, \quad \nu = \lambda B\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^b, \quad \pi = \lambda C\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^c, \ldots,$$

$$(12) \quad A(a-\upsilon)\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^a + B(b-\upsilon)\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^b + C(c-\upsilon)\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^c + \ldots;$$

λ est un coefficient qui a pour expression

$$(13) \qquad \lambda = \left[A\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^a + B\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^b + C\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon - 1}\right)^c + \ldots\right]^{-1}.$$

» Telle est la théorie de Lagrange, exposée dans toute sa généralité, mais dont lui-même restreint l'application, comme on le verra, pour déterminer la condition de convergence à laquelle doit satisfaire sa série, afin qu'elle représente la plus petite racine (numériquement) de l'équation (1), lorsque $qf(x)$ est une fonction rationnelle et entière de x.

Si l'on fait

$$(14) \qquad \frac{u\upsilon}{\upsilon - 1} = u + y,$$

puis qu'on substitue dans les équations (10), (11) et (12), et qu'on divise cette dernière par $(u+y)$, on aura, en mettant pour λ sa valeur (13),

$$(15) \qquad N = \frac{A(u+y)^a + B(u+y)^b + C(u+y)^c + u}{y},$$

et à la place de l'équation (12) la suivante :

$$(16) \quad \left\{\begin{array}{l} y\left[Aa(u+y)^{a-1} + Bb(u+y)^{b-1} + Cc(u+y)^{c-1} + \ldots\right] \\ \qquad - \left[A(u+y)^a + B(u+y)^b + C(u+y)^c + \ldots\right] \end{array}\right\} = 0.$$

» En ayant égard à l'équation (6), les deux précédentes prendront la forme suivante :

$$(17) \qquad N = \frac{qf(u+y)}{y},$$

$$(18) \qquad yf'(u+y) - f(u+y) = 0,$$

équations identiques avec les équations (3) et (4) obtenues par Cauchy.

» Cette identité des résultats auxquels on arrive par des voies si différentes est une confirmation de l'exactitude des formules données par ces deux grands géomètres, pour établir les conditions de convergence de la série de Lagrange. Ainsi quelques auteurs ont été mal fondés, en voulant

opposer la théorie de Cauchy à celle de Lagrange, pour démontrer que cette dernière était inexacte; mais c'est dans l'application qu'ils font de leur théorie et dans le but qu'ils se proposent que diffèrent ces deux mathématiciens.

» Lorsque l'on considère la fonction $qf(x)$ sous un point de vue plus général, c'est-à-dire lorsqu'on tient compte des signes des termes qui la composent, les formules données précédemment servent à vérifier la convergence de la série; mais elles ne donnent aucune indication directe sur la nature de la racine que cette série représente. Lagrange se propose, au contraire, de déterminer la condition nécessaire pour que sa série exprime la plus petite racine de l'équation (1), $qf(x)$ étant, comme il a été dit, entier et rationnel. Dans ce but, il cherche la condition spéciale pour que, dans le développement de $\frac{1}{x^m}$, donné par sa série, les termes dans lesquels u se trouve élevé à des puissances positives puissent être négligés en comparaison des autres où u est élevé à des puissances négatives, lorsqu'on suppose m très-grand. Il arrive à conclure que, lorsqu'on considère tous les termes de $qf(x)$ comme positifs, la série développée suivant les puissances de u doit former une suite convergente par rapport à cette quantité. Dans ce cas, la valeur absolue de N ne diffère pas de celle de son module et la condition de convergence devient $N < 1$.

» La discussion qui s'est élevée, il y a quelque temps, sur l'exactitude du théorème énoncé par Lagrange dans la Note XI du *Traité de la résolution des équations numériques*, et relatif à la plus petite racine de l'équation (1), doit donc se restreindre à l'application des formules exposées précédemment, et non à leur exactitude, qui a été confirmée par leur coïncidence avec celles de Cauchy. Cette question est en dehors des limites de cette Note; je me borne à faire observer que le théorème de Lagrange se vérifie facilement sur l'équation

$$x = u + Ax^2. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Observation des étoiles filantes de novembre.* Note de M. **Wolf**, présentée par M. Le Verrier.

« L'observation des étoiles filantes, pendant les nuits des 12, 13 et 14 novembre, a encore été faite cette année par nos collaborateurs de France, d'Italie et de Portugal, avec le même zèle dont ils ont déjà donné plusieurs fois les preuves. Le mauvais temps a, dans beaucoup de stations, contrarié ou même rendu impossibles les observations; néanmoins, nous pouvons

déjà déduire quelques conclusions des faits qui nous ont été signalés.

» Les signaux chronométriques ont été, comme d'habitude, envoyés des quatre centres, Paris, Marseille (M. Stephan), Bordeaux (M. Serré-Guino), et Lyon (M. Lafon), qui communiquaient aussi directement entre eux. Tous les temps ayant été réduits au temps moyen de Paris, il en résulte les corrections suivantes, qui devront être appliquées aux heures d'observation en chaque station. (Nous supprimons ici ce tableau.)

» Nous résumons rapidement les observations faites dans les diverses stations.

Nuit du 12 au 13 novembre.

Barcelonnette (M. Rul) Ciel très-beau de 7^h à 3^h du matin, 184 étoiles.

Sainte-Honorine-du-Fay (M. Lebreton). De 9^h à 13^h, nuit belle, mais pauvre, 36 étoiles dont 12 belles.

Morée (M. Faucheux). De $10^h 30^m$ à 14^h, 11 étoiles, dont 4 du Lion, 5 du Taureau.

Le Mans (MM. Martin et d'Amécourt). Nuit claire, de 8^h à 11^h, presque rien.

Paris (Observatoire). De 11^h à 15^h, 17 étoiles.

Paris-Belleville (MM. Tremeschini, Lamette et Droit). De 8^h à 15^h, 37 étoiles venant du Taureau, rien du Lion.

Trémont (MM. Magnien et Lemosy). Ciel très-pur, 60 étoiles, presque toutes très-petites, paraissant venir du Taureau.

Toulouse (M. Tisserand). Nuit assez belle, étoiles rares, faibles, sporadiques. 9 de 8^h à 9^h; 5 de 10^h à 11^h; 14 de 11^h à 12^h.

Rochefort (M. Simon). 4 étoiles, ciel couvert après $11^h 15^m$.

Moncalieri (M. Denza). Ciel demi-couvert, 17 étoiles entre $5^h 45$ et 11^h.

Gênes (M. Garibaldi). Couvert, pluvieux, 3 étoiles.

Alexandrie (M. Parnisetti). Ciel beau de 3^h à 5^h du matin, 38 étoiles.

Nuit du 13 au 14 novembre.

Sainte-Honorine. De $8^h 25^m$ à $12^h 30^m$, 22 étoiles dont les $\frac{2}{3}$ ordinaires ou belles.

Morée. Rien vu.

Paris (Observatoire). De 11^h à 14^h, 6 étoiles. Ciel presque couvert après 13^h.

Paris-Belleville. 34 étoiles de 10^h à 13^h.

Rouen (M. Gully). De 8^h à 15^h, 87 étoiles.

Trémont. Ciel presque couvert, 2 étoiles.

Lisbonne (Observatoire de l'Infant don Luiz). De 10^h à $4^h 20^m$, 248 étoiles.

Nuit du 14 au 15 novembre.

Avignon (M. Giraud). De 10^h à 15^h, 89 étoiles.

Barcelonnette. Après 10^h, éclaircies, puis ciel clair. Météores nombreux vers 2^h, 3^h et 4^h, 194 étoiles.

Morée. De $9^h 30^m$ à 14^h, rares éclaircies, rien vu. De 14^h à 17^h, 12 étoiles venant du Lion et 2 du Taureau.

Montpellier (MM. Viguier, Collot, Foex, Hunold et Viguier fils). Le ciel se découvre en partie à 16^h, quelques belles étoiles.

Paris-Belleville. 9 étoiles de $10^h 39^m$ à $11^h 46^m$.

Rouen. Une vingtaine d'étoiles à travers des éclaircies, ciel couvert à partir de 12^h.

Trémont. De 7^h à 17^h30^m, ciel pur; rien jusqu'à minuit. Vers 1^h première apparition d'étoiles venant du Lion; 127 étoiles généralement belles.

Toulouse. Ciel couvert. Dans les éclaircies, 20 très-belles étoiles venant d'un point situé entre γ et ε Lion.

» Les observations de 1873, comparées à celles des années précédentes, manifestent clairement la décroissance rapide du phénomène, qui a atteint son maximum d'éclat en 1866. Sur son orbite de $33^{ans},25$, l'essaim des astéroïdes de novembre n'occupe donc encore qu'un arc restreint, puisque, sept ans après le maximum, l'apparition est presque nulle. De plus, la rétrogradation du nœud de l'orbite se fait sentir chaque année par le retard de l'apparition. En 1866, le maximum si brillant avait lieu dans la nuit du 13 au 14, entre 1 heure et 2 heures du matin (M. Goulier, observations de Metz). En 1867, des observations que j'avais faites avec plusieurs de mes jeunes collègues, je concluais que le maximum n'était pas atteint à 6 heures du matin; et en effet on apprit plus tard que l'averse d'étoiles filantes s'était montrée fort brillante en Amérique.

» En 1871, les deux nuits du 12 et du 13 ne montrent que des étoiles venant du Taureau et du Cocher; les Léonides n'apparaissent que dans la nuit du 14 au 15 (M. Lespiault); enfin, en 1873, nous constatons le même fait : les deux premiers essaims continuent à illuminer seuls les nuits du 12 et du 13; les Léonides se montrent dans la nuit du 14, vers 4 heures du matin.

» Dès 1871, s'est posée la question de l'origine de ces divers essaims, dont nos collaborateurs signalaient de toutes parts l'apparition presque simultanée. Fallait-il voir une coïncidence fortuite dans cette rencontre de la Terre avec des essaims de directions très-différentes? Ou plutôt, suivant le second mode d'explication indiqué alors par M. Le Verrier, ces divers essaims n'étaient-ils pas des portions d'un même essaim primitif, celui des Léonides, disloqué par l'action perturbatrice de la Terre? Les observations instituées par l'Association scientifique de France avaient surtout pour but d'étudier les questions de cette nature, en permettant de constater si réellement l'essaim des Léonides, en même temps qu'il s'allonge le long de son orbite, se divise de plus en plus en portions détachées, caractérisées chacune par un point radiant distinct, et revenant toutes croiser la Terre à la même époque, au moins pendant un certain nombre d'années, pour finir, dans un avenir éloigné, par ne donner plus que des étoiles sporadiques.

» L'examen attentif des observations de cette année, que nous n'avons pas encore entre les mains, montrera si, en effet, le nombre des points

radiants a augmenté; mais la comparaison de ces observations avec celles des années précédentes montre déjà que les essaims des étoiles venant du Taureau et du Cocher, qui vers 1869 apparaissaient en même temps que les Léonides, les précèdent aujourd'hui de plus en plus; de sorte que la séparation des trois flux d'étoiles s'est produite naturellement et que les observateurs reconnaissent aujourd'hui à première vue les divers points radiants qu'ils avaient d'abord eu peine à démêler. On pourrait peut-être considérer cette circonstance comme indiquant que les trois essaims sont réellement d'origine distincte et que le phénomène de novembre ne va pas en se compliquant, au moins dans l'espace de quelques années.

» Le 27 novembre de l'année 1872, une très-brillante apparition d'étoiles filantes a été signalée dans presque tous les pays de l'Europe, et a été, avec très-grande vraisemblance, rattachée à la comète de Biéla. Il était intéressant de savoir si quelque reste de ce nouvel essaim se montrerait encore cette année. Nos observateurs ont bien voulu surveiller le ciel, pendant les nuits du 26, du 27 et du 28 novembre; mais le temps n'a été un peu favorable qu'à Montpellier et Avignon, et le nombre des étoiles qui y ont été vues n'a point dépassé celui des nuits ordinaires. Nous n'avons pas été plus heureux avec la comète de Coggia, dont M. Edm. Weiss et M. Hind ont signalé l'identité probable avec la comète I, 1818, et qui, suivant la remarque de M. de Littrow, a dû s'approcher de la Terre à une très-petite distance, de manière à couper l'écliptique au point où la Terre devait se trouver vers le 4 décembre. L'état du ciel et cette circonstance, que le point radiant devait se trouver par 14 heures d'ascension droite et près de 30 degrés de déclinaison sud, n'ont pas permis, à notre connaissance, de constater l'apparition d'aucune étoile filante pouvant se rapporter à cet astre. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations de la comète périodique de M. Faye, et découvertes et observations de vingt nébuleuses, faites à l'Observatoire de Marseille.* Extrait d'une Lettre de M. E. STEPHAN à M. Le Verrier.

« Je vous adresse deux nouvelles observations de la comète de M. Faye, qui est toujours d'une extrême petitesse et dont l'observation présente de grandes difficultés. Permettez-moi de rappeler que j'ai été le premier, cette année, à retrouver les trois comètes périodiques attendues. La dernière, celle de M. Faye, n'a encore été observée que par moi. On l'a vue ailleurs, mais sans pouvoir en déterminer la position.

» Vous recevrez aussi, pour l'Académie, la liste de vingt nébuleuses nouvelles.

COMÈTE PÉRIODIQUE DE FAYE.

1873.	Heures de l'obs. (t. m. M.).	Æ	P	Correct. du *Jahrbuch*. (Obs.-calc.)		★
	h m s	h m s	° ′ ″	s	″	
Nov. 28....	16.24.55	9.16.19,75	89.37.25,6	+0,73	−5,7	*a*
30....	17.11. 2	9.17.13,34	89.54.37,8	−0,35	−4,0	*b*

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1873,0.

★		Grandr	Æ	P	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a....	278 W. (a. c.) H. IX.	9e	9.14.25,12	89.38. 3,0	Cat. de Weisse.
b....	307 W. (a. c.) H. IX.	8e	9.15.40,72	89.53.11,8	Cat. de Weisse.

» La comète est toujours excessivement faible.

» La seconde des deux observations qui précèdent doit être affectée d'un poids notablement plus élevé que la première. Dans la nuit du 28, où celle-ci a été faite, l'astre était à peine perceptible et seulement par pulsations intermittentes.

NÉBULEUSES.

Positions moyennes pour 1873,0.

★	Æ	P	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
a	2. 8.55,19	61.59.25,2	e.e.P — e.e.F — I.
b	18.23 38,27	67.10.21,1	e.P — e.F — R — Cond. au C.
c	18.41.18,79	57.51. 8,7	m.E — i.R — e.e.F — D.
d	19.51.32,23	57.58.58,9	e.e.F — t.P — Enveloppe 3 pet. *.
e	21. 9.53,99	91.21.14,8	e.e.F — t.P — 2 Cond. sur le même parallèle.
f	22. 9.50,36	53.21.13,9	e.e.F — e.e.P — En contact au N. avec très-petite *.
f	22.10. 7,11	53.20.12,1	e.F — e.P — Vap. — Lég. Cond. au C — 1 pet.* proj.
g	22.45.11,42	53.35. 8,6	e.e.F — e.P — R — Cond. au C.
h	22.47.22,35	58.32.39,3	e.e.F — t.P — Vap.
i	22.55.55,98	63.37.55,2	e e.P — e.e.F — Cond. au C.
k	23.16. 6,70	78 48. 5,5	e.e.F — Pet — i.R — Dif. — Lég. Cond. au C.
k	23.16.26,36	78.42.43,4	F — m.E — i.R — Dif. — Lég. Cond. au C.
l	23.32.33,54	102.55.37,0	e.e.F — m.E — I.
m	23.38.59,16	63.23. 9,5	e.P — e.F — i.R — Cond. ir.
n	23.51.34,73	74.12.39,4	e.e.P — e.e.F — Cond. au C.

Abréviations.

e.P	Excessivement petite.	i.R	Irrégulièrement ronde.
e.e.P	Excessivement excessivement petite.	t.P	Très-petite.
e.F	Excessivement faible.	t.F	Très-faible.
e.e.F	Excessivement excessivement faible.	I	Irrégulière.
m.E	Modérément étendue.	Cond.	Condensation.
Vap.	Aspect vaporeux.	Lég. Cond. au C.	Légère condensation au centre.
R	Ronde.		

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1873,0.

★	Noms des ét. de comp.		Ⱥ	P	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a	710 B. A. C.	$6\frac{1}{2}$	2.11.36,01	61.56.41,7	Cat. B. A. C.
b	34322 Lal.	$7\frac{1}{2}$	18.26. 7,80	67. 6.13,0	Cat. Lal.
c	1221 W. (N. C.) H. XVIII..	9	18.40.55,62	57.49.50,8	Cat. W.
d	1790 W. (N. C.) H. XIX...	8,9	19.55. 1,50	57.54.28,0	Cat. W.
e	131 W. (A. C.) H. XXI...	8,9	21. 8. 8,57	91.21.25,1	Cat. W.
f	253 W. (N. C.) H. XXII..	9	22.11.17,04	53.24. 9,1	Cat. W.
g	44751 Lal.	9	22.45.56,17	53.36.27,2	Cat. Lal.
h	1135 W. (N. C.) H. XXII..	9	22.49.56,87	58.32.22,8	Cat. W.
i	10797 Rumker. H. XXII.....		22.55. 3,47	63.41. 6,8	Cat. R.
k	397 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.20.56,69	78.45.50,3	Cat. W.
l	618 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.31. 6,68	102.54.15,9	Cat. W.
m	868 W. (N. C.) H. XXIII..	8	23.41.13,62	63.31.33,9	Cat. W.
n	1133 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.55.54,18	74.16.46,8	Cat. W.

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire.* Quatrième Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Jamin.

« On a vu, dans la précédente Note (*Comptes rendus*, p. 1295), que les abscisses des nœuds du fil sont

$$x_1 = \frac{1}{3}\frac{\pi}{m}, \quad x_2 = \left(1 + \frac{1}{4}\right)\frac{\pi}{m}, \ldots, \quad x_n = \left(n - 1 + \frac{1}{4}\right)\frac{\pi}{m},$$

d'où résulte :

» 1° Que la distance nodale normale $D = x_n - x_{n-1}$ est égale à $\frac{\pi}{m}$;

» 2° On voit aussi que la distance x_1 du premier nœud au bout libre du fil est égale à $\frac{1}{3}\frac{\pi}{m}$ ou $\frac{D}{3}$, loi déjà trouvée par l'expérience;

» 3° La première distance nodale

$$x_2 - x_1 = \frac{\pi}{m}\left(1 + \frac{1}{4} - \frac{1}{3}\right) = 0{,}916\,D = d,$$

loi également trouvée (voir le tableau déjà cité, colonne 9);

» 4° Pour un second fil fixé à un autre diapason, on aura une valeur

$$D' = \frac{\pi}{m'} \quad \text{et} \quad \frac{D}{D'} = \frac{m'}{m} = \sqrt[4]{\frac{4\pi^2\rho\omega}{q\,I\,g\,T^2}} : \sqrt[4]{\frac{4\pi^2\rho'\omega'}{q'\,I'\,g\,T'^2}}.$$

» Si n et n' sont les nombres de vibrations des diapasons, δ et δ' les diamètres de fils cylindriques, la formule précédente devient

$$\frac{D}{D'} = \sqrt[4]{\frac{\rho' q \delta^2 n'^2}{\rho q' \delta'^2 n^2}} = \sqrt{\frac{\delta n'}{\delta' n}} \sqrt[4]{\frac{\rho' q}{\rho q'}},$$

ce qui est précisément la formule que j'ai donnée (*Comptes rendus*, même volume, p. 672) comme résumant les lois expérimentales des vibrations normales ou régulières des fils considérés.

» III. En faisant $x = 0$ dans l'équation (B^v), il vient

$$(\lambda) \qquad y = a \cos 2\pi \frac{t}{T} \frac{e^{ml}}{2 + \cos ml\, e^{ml}},$$

équation du mouvement de l'extrémité libre. Pour voir si son amplitude, variable avec l, a des minima, prenons $\frac{dy}{dl}$ et égalons le numérateur à zéro. Il vient, toutes réductions faites,

$$me^{ml}(2 + \sin ml . e^{ml}) = 0,$$

qui se réduit à

$$(\mu) \qquad \sin ml . e^{ml} + 2 = 0$$

(la solution que donnerait $e^{ml} = 0$ étant inacceptable).

» Les intersections des courbes $z = \sin ml$, $u = -\frac{2}{e^{ml}}$ donnent les racines de cette équation. On trouve

$$(mx)_1 = \pi, \quad (mx)_2 = \pi, \ldots, (mx)_k = \pi, \ldots,$$

d'où

$$l_1 = \frac{\pi}{m}, \quad l_2 = \frac{2\pi}{m}, \ldots, \quad l_k = \frac{k\pi}{m}.$$

» Donc : 1° *Il y a, pour l'amplitude du bout libre, une série de minima pour des valeurs de l en progression arithmétique dont la raison est $\frac{\pi}{m}$ ou* D.

» Pour avoir la valeur de ces amplitudes minima, faisons $ml = k\pi$ dans l'équation (λ); il vient

$$y = a \cos 2\pi \frac{t}{T} \frac{e^{k\pi}}{2 \pm e^{k\pi}}.$$

» Pour $k = 1$, l'amplitude est environ les $\frac{11}{12}$ de a; pour $k = 2$, elle est

les $\frac{501}{500}$ de a; pour les valeurs suivantes de k, les amplitudes se rapprochent encore plus de a; donc on peut dire :

» 2° *Les amplitudes minima sont égales à a, amplitude du diapason.*

» Ces deux résultats ont été trouvés expérimentalement et indiqués déjà (*Comptes rendus*, même volume, p. 674, n° 9).

» IV. *La valeur de y dans l'équation* (B^v) *devient infinie quand*

$$(\varepsilon) \qquad e^{ml}\cos ml + 2 = 0.$$

» L'expression de la force qui produit le mouvement contiendrait également ce dénominateur nul. Ces déplacements et cette force infinis résultant d'un mouvement fini d'un corps sonore impliquent contradiction. Il y a là un cas singulier dont il faut essayer de rendre compte.

» Et d'abord, si l'on construit les courbes $z = \cos ml$, $u = -\frac{2}{e^{ml}}$ pour avoir les racines de (ε), on voit qu'à partir de la seconde $(ml')_2$, leur valeur est, avec une approximation bien supérieure aux erreurs d'expérience,

$$(ml')_2 = \frac{3\pi}{2}, \quad (ml')_3 = \frac{5\pi}{2}, \ldots; \quad (ml')_k = \frac{(2k-1)\pi}{2}, \ldots.$$

» Quant à la première, on peut la calculer aussi exactement que l'on veut par une méthode d'approximation quelconque, et l'on trouve bientôt

$$(ml')_1 = 1,870.$$

» Donc *les longueurs l'_1, l'_2, l'_3,..., qui rendent y infini, sont, à partir de la seconde, en progression arithmétique dont la raison est $\frac{\pi}{m}$ ou* D.

» De plus, connaissant m pour chaque fil, on peut calculer les valeurs

$$l'_1 = \frac{1,870}{m}, \quad l'_2 = \frac{3\pi}{2m}, \ldots.$$

Or, si l'on fait ce calcul, on trouve précisément les mêmes valeurs que celles qui correspondent à ce que j'ai appelé précédemment les *points d'extinction* du diapason; c'est-à-dire que les longueurs l'_1, l'_2,... sont celles pour lesquelles il est impossible de faire vibrer le diapason.

» Voici un tableau contenant les valeurs de l'_1, l'_2 et l'_3 calculées et observées pour quelques fils. En songeant que les valeurs observées correspondent à la détermination si difficile des points de contact d'une courbe déterminée par points avec l'axe des x, on trouvera, je crois, la comparaison très-satisfaisante.

	FER.				ALUMINIUM.		CUIVRE.	
	$r = 0^{mm},23$		$r = 0^{mm},12$		$r = 0^{mm},46$		$r = 0^{mm},12$	
	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
l'_1...	35,0	33,5	24,9	24,3	50,0	48,5	22,0	21,2
l'_2...	88,0	87,0	63,0	65,0	125,0	123,0	55,0	53,5
l'_3...	»	»	104,8	105,0	»	»	92,0	91,0

» En outre, si l'on compare la série des valeurs de l' déduites de l'équation (ε) à la série des valeurs de l déduites de l'équation (μ), on voit que *chacune des valeurs de l qui correspondent aux amplitudes minima du bout libre du fil est la moyenne des valeurs de l' entre lesquelles elle est comprise.*

» Ces deux derniers résultats sont équivalents aux lois expérimentales 10 et 11 indiquées précédemment (*Comptes rendus*, p. 674).

» Supposons maintenant que le diapason auquel le fil est attaché soit *fixe*, et que l'on fasse vibrer le fil à la manière ordinaire, on trouvera l'équation de ce mouvement, que j'appellerai pour abréger *mouvement propre* du fil, en suivant la même marche que précédemment. Les conditions (1) et (2) sont les mêmes; celles relatives à $x = l$ sont : $y = 0$ et $\frac{dy}{dx} = 0$.

» En négligeant les autres conditions, on arrive aux équations suivantes, analogues aux équations (α) et (β) du précédent problème :

$$(\alpha') \qquad \cos m^2 bt [C(\sin ml + \sinh ml) + C'(\cos ml + \cosh ml)] = 0,$$

$$(\beta') \qquad m \cos m^2 bt [C(\cos ml + \cosh ml) + C'(-\sin ml + \sinh ml)] = 0.$$

En divisant ces deux équations l'une par l'autre, on trouve

$$1 + \cos ml \cosh ml = 0$$

et, en appliquant le système d'approximation déjà employé,

$$(\nu) \qquad e^{ml} \cos ml + 2 = 0,$$

équation qui donne, pour chaque valeur de l, une infinité de valeurs de la quantité m, au lieu de la valeur unique qu'elle avait dans le problème précédent; ces valeurs correspondent aux divisions du fil en ses harmo-

niques successifs, divisions pour lesquelles on sait qu'il y a toujours un nœud au point d'encastrement qui se trouve ici au diapason même.

» Inversement, si l'on se donne une valeur de m, on déduira de l'équation (ν) une infinité de valeurs de l. Si l'on prend $m = \sqrt{\frac{2\pi}{\mathrm{T}b}}$, les équations ($\nu$) et ($\varepsilon$) seront alors identiques, et le fil considéré dans son *mouvement propre* aura, pour chaque valeur de l déduite de l'équation (ν), le même nombre de nœuds semblablement placés que lorsqu'il est animé par le diapason, et rendra le son de celui-ci; mais cette coïncidence n'est possible que s'il y a un nœud au diapason, et, par suite, que si le mouvement du diapason s'éteint. L'expérience prouve que c'est précisément ce qui arrive. On peut donc se rendre compte, jusqu'à un certain point, des vibrations curvilignes du fil et de la variation d'amplitude du diapason, qui les accompagne, en admettant que, lorsque dans le mouvement général du fil animé par le diapason le premier nœud se rapproche du diapason, le *mouvement propre* du fil tend à se produire en même temps et se produit faiblement d'abord : il en résulte une composition des deux mouvements donnant lieu à des vibrations curvilignes, qui augmentent d'amplitude à mesure que l'on raccourcit le fil et que le nœud se rapproche du diapason; mais, simultanément, l'amplitude du diapason doit diminuer d'une manière continue, jusqu'au moment où l'on arrive à une des longueurs l déduites de l'équation (ν) ou (ε), pour lesquelles le nœud doit se trouver au diapason; alors l'amplitude s'annule et le *mouvement propre* du fil s'éteint en même temps que le mouvement du diapason qui le produisait. Si l'on continue à raccourcir le fil, les mêmes phénomènes doivent se produire et se produisent, en effet, en sens inverse avec une *continuité* remarquable

» En résumé, on retrouve dans les conséquences déduites de l'équation générale (B^{IV}) tous les faits que l'expérience directe avait indiqués auparavant, et il résulte de ces faits une nouvelle vérification expérimentale des principes sur lesquels est fondée la théorie mathématique de l'élasticité. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Observations touchant l'action de certaines substances toxiques sur les Poissons de mer.* Note de MM. **A. Rabuteau** et **F. Papillon**, présentée par M. Claude Bernard.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats principaux d'un ensemble d'expériences assez nombreuses que nous avons

faites au printemps dernier, au laboratoire de Concarneau, touchant l'action de plusieurs alcaloïdes sur les Poissons de mer.

» On aurait pu croire que peut-être, par suite des conditions spéciales de la vie de ces animaux, ils ne sont pas toujours affectés par les poisons comme le sont les autres Vertébrés. Nous avons nettement reconnu qu'en général, et exception faite de quelques particularités assez intéressantes, les poisons organiques, les seuls que nous ayons étudiés, agissent sur les Poissons de la même façon que sur les espèces appartenant aux autres groupes du règne animal, ce qui confirme une fois de plus la doctrine de M. Claude Bernard, concernant l'identité fondamentale des actions toxiques élémentaires dans toute la série vivante. Les expériences suivantes démontreront ce que nous venons d'avancer.

» *Strychnine.* — Un certain nombre de petits Poissons du poids de 10 à 35 grammes, Anguilles, Plies, Raies, Blennies, Hippocampes, sont placés ensemble dans 1 litre d'eau de mer tenant en dissolution $2\frac{1}{2}$ centigrammes de strychnine. Au bout de quatre heures, tous ces animaux sont morts, après avoir présenté des accès convulsifs plus ou moins prononcés. Les convulsions sont particulièrement remarquables chez les Plies et chez les Raies, qui meurent en état d'opisthotonos.

» Nous avons étudié aussi les effets de la strychnine au moyen d'injections sous-cutanées. Voici quelques-uns des faits observés à ce sujet :

» Nous injectons, sous la peau d'une Raie pesant 46 grammes, 5 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{200}$ de chlorhydrate de strychnine, puis nous la rejetons dans l'eau. Presque immédiatement la queue de l'animal se porte en arrière, ses ailes se replient et s'infléchissent vers la face ventrale, et sa respiration s'arrête. Cette face est plus bleue que d'ordinaire. L'animal éprouve des convulsions spontanées, qu'augmentent les excitations chimiques, électriques et mécaniques. Au bout d'un quart d'heure la respiration revient, mais la Raie est toujours recourbée en deux, le dos en dedans, le ventre en dehors, et la queue fortement arquée. Une demi-heure après, la rigidité est encore la même, les mouvements convulsifs sont moins prononcés, la respiration est très-lente. Sept quarts d'heure après l'injection, l'animal est mort.

» Une dose moitié moindre de chlorhydrate de strychnine a tué, dans les mêmes conditions et dans le même temps, une Sole du poids de 20 grammes.

» Nous injectons, sous la peau d'une Torpille du poids de 45 grammes, 5 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{200}$ de chlorhydrate de strychnine.

L'animal présente d'abord une contracture générale, ce qui ne l'empêche pas de donner, dans l'espace de moins d'un quart d'heure, trois secousses qui se font sentir jusqu'au poignet. La Torpille n'éprouve pas de convulsions spontanées, mais, lorsqu'on frappe sur le vase qui la contient, elle se contracte énergiquement. Elle meurt une heure après.

» Un autre fait intéressant relatif à l'action de la strychnine, c'est la persistance de l'excitabilité réflexe chez les animaux qui ont reçu ce poison à dose non mortelle. Une Roussette de près de 2 kilogrammes, dans la bouche de laquelle nous avions introduit près de 2 centigrammes de strychnine, a présenté pendant une semaine une susceptibilité excessive au toucher.

» *Morphine*. Les effets de la morphine sur les mêmes animaux sont semblables à ceux que l'on observe en administrant cet alcaloïde aux autres Vertébrés. Une injection de 5 centigrammes d'une solution de chlorhydrate de morphine au $\frac{1}{20}$, pratiquée sous la peau d'une Torpille de 45 grammes, détermine, au bout de quelques instants, chez cet animal, la perte de la sensibilité, du mouvement et du *pouvoir électrique*. Au bout d'une heure environ, la Torpille est rétablie dans l'état normal. La même injection, faite à une Blennie du poids de 30 grammes, l'anesthésie de la même façon, sans la tuer. Une injection moitié moindre sous la carapace d'une Crevette du poids de 4 grammes la tue immédiatement.

» *Thébaïne*. — Nous injectons sous la peau d'une Blennie, du poids de 40 grammes, 10 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{40}$ de chlorhydrate de thébaïne. Au bout de cinq minutes, l'animal s'agite et paraît très-surexcité. Les mouvements respiratoires continuent à s'effectuer. Il n'y a cependant ni convulsions, ni rigidité; au bout de dix minutes, il se couche sur le dos et ne respire plus; au bout de vingt-cinq minutes, l'animal étant en état de mort apparente, on l'ouvre et l'on constate que le cœur bat encore.

» Nous avons injecté une quantité, moitié moindre, de la même solution à une petite Raie. Au bout de cinq minutes, l'animal s'agite; ses ailes, prises d'une sorte de frisson violent, s'élèvent et s'abaissent alternativement avec rapidité; sa queue se relève aussi, comme dans l'empoisonnement par la strychnine, mais son corps n'est pas rigide. Les battements cardiaques, nettement observables au travers de la peau, continuent à s'effectuer; au bout de dix minutes, la respiration est complétement arrêtée. Cette Raie n'a pas changé de couleur; au contraire, la Blennie qui a servi à l'expérience précédente, et qui était d'un noir bleuâtre avant l'action du poison, a passé au jaune verdâtre pâle après l'empoisonnement. Est-ce un

phénomène consécutif à l'asphyxie ou à quelques modifications des chromoblastes? Nous ne saurions le dire.

» La thébaïne a excité de violentes convulsions chez la Raie, tandis qu'elle n'en a pas provoqué chez la Blennie. Ce fait ne nous a pas étonné, puisque, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, ce même alcaloïde est convulsivant chez le Chien, et que, d'un autre côté, d'après des expériences de l'un de nous, cette base parfaitement pure peut être prise par l'Homme à la dose de 10 centigrammes sans provoquer aucun phénomène d'excitation. . . . .

» *Iodure de tétraméthylammonium.* — Nous injectons, sous la peau d'une Blennie pesant environ 40 grammes, 10 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{20}$ de ce sel. Au bout de trois ou quatre minutes les mouvements respiratoires de l'animal sont à peu près complétement suspendus; au bout de douze minutes, la paralysie des nerfs moteurs est totale. L'électricité provoque encore la contraction des muscles. Le cœur mis à découvert bat encore; une goutte de la solution déposée sur ce viscère l'arrête presque instantanément, tandis que, auparavant, une goutte d'eau de mer n'en a pas ralenti les mouvements. Une demi-heure après le cœur recommence a se contracter; on l'imprègne d'une nouvelle goutte de la solution toxique et alors il s'arrête pour toujours; cependant les excitations électriques et mécaniques y déterminent encore des contractions, qui cessent aussitôt qu'on retire l'agent excitant. Ces expériences, répétées plusieurs fois par nous, contribuent une fois de plus à établir l'analogie de l'action de l'iodure de tétraméthylammonium avec celle du curare (1).

» En terminant, nous signalerons et nous recommanderons à l'attention des physiologistes l'emploi des jeunes Raies pour les études relatives à l'action des poisons. Tant que ces animaux n'ont pas atteint un diamètre de 15 à 20 centimètres, ils ont la peau du ventre si transparente qu'on peut suivre avec facilité, à la vue, tous les changements qui surviennent dans leurs poumons, dans leur cœur et dans leurs gros vaisseaux. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la cellule embryogène de l'œuf des Poissons osseux.* Note de M. BALBIANI, présentée par M. Cl. Bernard.

« L'interprétation histologique de l'œuf, envisagé comme une cellule simple dont le vitellus représenterait le corps protoplasmatique, et la vési-

---

(1) Voir la Note publiée par l'un de nous, *Comptes rendus*, avril 1873.

cule germinative le noyau, n'a pas toujours existé sans conteste dans la Science. Henri Meckel d'abord, auquel se sont bientôt ralliés Allen Thompson et Ecker, s'est élevé contre cette manière de voir pour l'œuf des Oiseaux, et, dans un Mémoire tout récent, M. W. His (1) s'est également prononcé contre elle, à propos de celui des Poissons osseux.

En 1864, dans un travail présenté à l'Académie (2), j'ai, moi-même, essayé d'établir qu'il existe dans l'œuf ovarien d'un grand nombre d'animaux deux corps vésiculaires, dont l'un, c'est-à-dire la vésicule germinative ou de Purkinje, occupe le centre de la partie nutritive, tandis que l'autre, ou la vésicule embryogène, est situé au milieu de la partie plastique ou germe. Dans cette manière de voir, l'œuf devait donc être considéré, en quelque sorte, comme une cellule à deux noyaux, dont chacun remplirait un rôle spécial dans les phénomènes ovogéniques; mais, ainsi qu'on le verra plus loin, des observations nouvelles plus complètes m'ont amené à modifier considérablement ma première interprétation du mode de constitution de l'œuf ovarien.

» Depuis bientôt dix ans que ces résultats ont été annoncés à l'Académie, ils n'ont guère fixé l'attention des embryologistes, ou, si quelques-uns s'en sont occupés en passant, ils ne leur ont pas accordé beaucoup de créance. Aussi je n'en ai été que plus heureux d'apprendre qu'un savant belge, bien connu par d'importants travaux d'embryogénie, M. van Bambeke, venait de constater récemment l'existence du noyau embryogène dans l'œuf des Poissons osseux (3).

» De mon côté, j'avais, dès 1864, dirigé également mes investigations sur les Poissons osseux, et constaté chez eux la présence de cet élément dans l'œuf ovarien. Dès cette époque aussi, j'avais déjà reconnu les grandes variations que ces animaux présentent entre eux, relativement à la facilité que l'on rencontre dans l'observation de ce corps. Tandis que je ne l'ai jamais cherché en vain chez certains Poissons, notamment les diverses espèces de Pleuronectes (Sole, Turbot, Plie, Limande, etc.) et que je l'ai constaté également chez la Carpe, le Cyprin doré, la Tanche, le Brochet, le *Cottus lævigatus* (vulgairement Crapaud de Mer), j'ai été moins heureux

---

(1) *Untersuchungen über das Ei und die Eientwickelung der Knochenfische*, Leipzig, 1873.

(2) *Sur la constitution du germe dans l'œuf animal avant la fécondation* (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 584 et 621; 1864.)

(3) *De la présence du noyau de Balbiani dans l'œuf des Poissons osseux*. Communication préalable. (*Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, 1873.)

chez le Gardon, l'Ablette, l'Éperlan, le Grondin et la Truite. Ces variations dans la visibilité du noyau embryogène sont évidemment, et avant tout, en rapport avec les différences spécifiques; on en constate de semblables, bien que moins étendues, pour la vésicule germinative; mais elles sont liées aussi aux différentes phases du travail physiologique dans l'intérieur de l'appareil reproducteur.

» Avant de décrire la forme, la situation et les autres caractères de ce corps, il est nécessaire de présenter ici une remarque. Malgré le nom de vésicule dont je me suis quelquefois servi pour le désigner, il ne faut pas, chez les animaux qui nous occupent, s'attendre à rencontrer une vésicule libre, à contour net et bien défini, comme l'est la vésicule germinative, par exemple. Presque toujours, on n'observe tout d'abord qu'une petite masse arrondie ou ovalaire, d'apparence granuleuse, tranchant par sa réfringence un peu plus forte sur le protoplasma pâle et homogène du jeune ovule. Ce n'est qu'en allant d'un œuf à l'autre, s'arrêtant tantôt sur les plus grands, tantôt sur les plus petits, mais choisissant toujours ceux qu'un dépôt de granulations vitellines opaques n'a pas encore privés de leur transparence, que l'on parvient à distinguer, chez un certain nombre, un espace clair et arrondi, situé au milieu de la masse granuleuse précédente. Cet espace correspond à la vésicule embryogène; quant à la substance qui l'environne, nous reviendrons bientôt sur sa signification.

» Sur un grand nombre d'ovules d'une même préparation, il est facile de s'assurer que ce corps est toujours placé très-près de la périphérie de l'œuf, et, par conséquent, excentriquement par rapport à la vésicule germinative, ainsi que l'a très-bien reconnu, de son côté, M. van Bambeke. Mais il y a plus : en suivant le contour extérieur, parfaitement net et régulier, de la sphère vitelline, on reconnaît que, arrivé à l'endroit où se trouve la masse, au lieu de passer par-dessus celle-ci, il s'infléchit vers le centre de l'œuf, contourne la face interne de la masse, et, parvenu de l'autre côté, reprend son trajet circulaire; en d'autres termes, le corps dont il s'agit, au lieu d'être environné de toutes parts par la substance vitelline, ainsi qu'on pourrait le croire dans certaines positions des ovules, est, en réalité, extérieur au vitellus. En effet, c'est un élément cellulaire surajouté à l'œuf, qui le reçoit dans une dépression de sa surface; par conséquent, aux expressions de *vésicule* ou de *noyau embryogène* que j'ai employées jusqu'ici pour le désigner, et qui répondent à l'idée que je m'en étais faite d'après mes observations premières, je puis substituer dorénavant celle de *cellule embryogène* comme plus conforme à sa véritable nature.

» Quant à l'origine de cette cellule, je ne puis entrer ici dans le détail des preuves qui me la font considérer comme ayant pris naissance sur l'épithélium du follicule ovarique dans lequel l'œuf se développe; l'ensemble des faits sur lesquels je base cette manière de voir forme le sujet d'un travail soumis au jugement de l'Académie, et sur lequel elle sera appelée à se prononcer prochainement; mais il convient d'ajouter ici quelques détails sur les modifications que la cellule embryogène éprouve avec l'accroissement de l'œuf, et son rôle dans l'évolution génésique de ce dernier.

» Dans de très-jeunes ovules du *Pleuronectes limanda*, larges de $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$, cette cellule n'offre elle-même qu'un diamètre de $0^{mm},006$, tandis que la vésicule germinative atteint en moyenne $0^{mm},03$. Au premier abord, elle paraît complétement entourée par la substance vitelline; mais, avec un peu d'attention, on découvre l'étroit canal par lequel l'excavation qui la loge communique avec l'extérieur. Sur des ovules un peu plus âgés, cette excavation et son canal se sont convertis en une dépression plus ou moins profonde de la surface du vitellus, au fond de laquelle est logée la cellule embryogène. Par les progrès du développement, celle-ci croît d'abord proportionnellement avec l'ovule, mais comme, pendant ce temps, elle s'est entourée d'une couche de granulations fines de plus en plus abondantes, il arrive un moment où elle se dérobe complétement, sous cette couche, aux regards de l'observateur, et se présente alors comme un noyau compacte formé de granulations cohérentes. C'est sous cet aspect que la cellule embryogène a été aperçue chez diverses espèces animales (Grenouille rousse, plusieurs Araignées, etc.) par quelques observateurs allemands et décrite par eux sous le nom de noyau vitellin (*Dotterkern*).

» Cette production granuleuse s'étend dans un rayon de plus en plus large autour de la cellule embryogène et finit par former sur toute la périphérie de l'œuf une couche continue au-dessous de laquelle on aperçoit encore, pendant quelque temps, le vitellus avec sa transparence et son homogénéité primitives. Cette couche granuleuse représente le premier rudiment du germe, lequel se compose, par conséquent, d'une partie périphérique plus mince et d'une partie centrale plus épaisse, correspondant à son centre de formation, c'est-à-dire à la cellule embryogène. Cette portion épaissie est probablement le point où se formera plus tard, dans l'œuf fécondé ou même avant la fécondation, suivant quelques travaux récents, ce que l'on a nommé proprement le *germe* ou la *cicatricule* dans l'œuf des Poissons osseux. Quant à la partie périphérique, elle revêt dans l'œuf mûr, durci artificiellement, l'apparence d'une membrane qui a reçu diverses

dénominations, suivant l'idée que les auteurs se sont formée de sa signification (*membrane vitelline*, Œllacher, *couche corticale du vitellus*, His).

» A mesure que l'œuf approche du terme de sa maturation, son opacité augmente par le dépôt de plus en plus abondant de corpuscules vitellins dans son intérieur. La vésicule germinative peut encore parfois être distinctement aperçue, alors que la cellule embryogène a depuis longtemps cessé d'être visible. C'est probablement cette circonstance qui a induit M. van Bambeke à penser que cette dernière disparaît avant la maturité de l'œuf et que sa disparition précède celle de la vésicule germinative. Bien que je n'aie aucune preuve positive pour affirmer qu'il en soit autrement, je crois néanmoins pouvoir conclure, par analogie avec mes observations sur l'Araignée, que non-seulement la cellule embryogène survit à la vésicule germinative, mais existe encore dans l'œuf fécondé et en voie de développement embryonnaire. Mais on conçoit toute la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, que doit présenter la recherche d'un corps aussi délicat au sein d'une émulsion abondante comme celle formée alors par le vitellus.

» En résumé, l'œuf des Poissons osseux présente la même composition que celle dont j'ai antérieurement essayé de démontrer l'existence pour l'œuf des Articulés, c'est-à-dire que, chez tous ces animaux, le germe a la forme d'une vésicule étalée à la surface de l'œuf et renfermant dans son intérieur le vitellus de nutrition. Non-seulement la partie plastique et la partie nutritive présentent une indépendance réciproque complète, aussi haut que l'on peut remonter dans l'observation des phénomènes ovogéniques, mais elles ont chacune une origine différente. Tandis que le principe nutritif est directement déposé au centre de l'œuf, avec ou sans le concours d'éléments étrangers introduits du dehors, point que les auteurs discutent encore, le germe se forme à la périphérie sous l'influence d'une cellule particulière, la cellule embryogène, émanée de la paroi de la loge ovarique, et qui de bonne heure vient se réunir au jeune ovule. »

PHYSIOLOGIE. — *De la chronologie du follicule dentaire chez les Mammifères.* Note de MM. E. Magitot et Ch. Legros, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une précédente Communication, nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats de nos recherches sur le mode d'origine et la formation du follicule dentaire chez les Mammifères. Aujourd'hui nous présentons un travail qui a pour but la fixation exacte

des époques de la vie embryonnaire ou des premiers temps qui suivent la naissance auxquels apparaissent les divers organes qui concourent à la formation du follicule dentaire. Cette étude, qui a nécessité l'examen d'un grand nombre d'embryons, tant de l'Homme que de divers Mammifères domestiques, nous a fourni les données suivantes :

» En ce qui concerne l'Homme, chez lequel les résultats offrent le plus d'intérêt et le plus grand nombre d'applications, nos observations ont porté sur une série d'embryons présentant depuis 3 centimètres de longueur totale, ce qui correspond à la septième semaine, jusqu'au moment où il atteint 37 centimètres, c'est-à-dire six mois et demi. Cette première série nous a permis de fixer toutes les périodes d'évolution des follicules de la première et une partie de ceux de la seconde dentition. Les autres phases de cette dernière ont été établies par l'étude de sujets voisins du terme ou chez des nouveau-nés de divers âges.

» Le plus petit de ces embryons, mesurant 3 centimètres (septième semaine), a permis de déterminer qu'à cette époque on ne rencontre aucun point d'ossification sur une partie quelconque de la face et du crâne. Seule la mâchoire inférieure présente quelques travées osseuses rudimentaires au voisinage du cartilage de Meckel. Au point de vue de l'évolution folliculaire, nous n'avons constaté chez cet embryon que l'existence du bourrelet épithélial. La lame épithéliale n'est pas encore formée.

» Une série d'embryons humains mesurant $5\frac{1}{2}$ centimètres, $7\frac{1}{2}$ centimètres, 11 centimètres et 20 centimètres, a permis de fixer les époques d'apparition de la *lame épithéliale*, de l'*organe de l'émail*, du *bulbe*, de la *paroi folliculaire* jusqu'au moment où celle-ci effectue la clôture du sac.

» Sur le dernier de ceux-ci, c'est-à-dire sur celui de 20 centimètres, nous avons établi l'époque exacte où le cordon du follicule de *deuxième* dentition se détache du cordon de follicule primitif.

» C'est sur un embryon de $23\frac{1}{2}$ centimètres de longueur que nous avons vu le follicule secondaire, représenté par son cordon épithélial, se séparer du cordon primitif pour poursuivre isolément son évolution distincte. Les phases ultérieures de ce développement ont pu être fixées sur des embryons dont la dimension variait entre 27 et 40 centimètres.

» En ce qui concerne la chronologie des follicules des molaires permanentes de l'homme, qui ne sont pas précédées de dents temporaires correspondantes, les époques d'apparition de leurs parties constituantes ont été établies à partir de 20 centimètres pour le début de la *première* molaire, du troisième mois après la naissance pour la *seconde*, et de la troisième année pour la *dernière* ou *dent de sagesse*.

Chronologie du follicule dentaire chez l'Homme.

DÉSIGNATION DES FOLLICULES.	LIEU DE LA GENÈSE du cordon.	DÉBUT de l'organe de l'émail.	APPARITION du bulbe.	APPARITION de la paroi folliculaire.	CLOTURE du follicule. Rupture du cordon.	APPARITION du chapeau de dentine.	ÉPOQUE d'éruption de la dent.	ÉPOQUE de la chute spontanée.
A. — Dentition temporaire.								
Incisives centrales inférieures....	....	....	....	....	....	....	6e mois..	7e année.
» » supérieures....	....	....	....	....	....	....	10e mois..	7 ans 1/2.
» latérales inférieures....	....	....	....	....	....	16e semaine (1).	16e mois..	8e année.
» » supérieures....	....	....	....	....	....		20e mois..	
Canines inférieures............	Lame épithéliale.	De la 7e à la 8e semaine.	9e semaine.	10e semaine.	Commencem. du 4e mois.	....	Du 30e au 32e mois.	12e année.
» supérieures............						....		
Premières molaires inférieures...	....	....	....	....	....	....	24e mois.	10e année.
» » supérieures..	....	....	....	....	....		26e mois..	10 ans 1/2.
Deuxièmes » inférieures...	....	....	....	....	....	17e semaine.	28e mois..	11e année.
» » supérieures..	....	....	....	....	....	....	30e mois..	11 ans 1/2.
B. — Dentition permanente.								
Incisives centrales inférieures...	....	....	....	....	....	....	7e année..	
» » supérieures...	Cordon des dents temporaires correspondantes.	....	....	....	....	....		
» latérales inférieures...		....	....	....	....	....	8 ans 1/2...	
» » supérieures...		....	....	....	....	....		
Canines inférieures............		....	....	....	....	....	De 11 à 12 ans.	
» supérieures............	....	Vers la 16e semaine.	20e semaine.	21e semaine.	Commencem. du 9e mois.	1er mois de la naissance.		
Premières prémolaires inférieures.	Cordon de la première molaire temporaire.		....	....			De 9 à 10 ans.	
» » supérieures.		....	....	....	....	....		
Deuxièmes » inférieures.	Cordon de la seconde molaire temporaire.	....	....	....	....	....	11e année.	
» » supérieures.		....	....	....	....	....		
Premières molaires inférieures...	Lame épithéliale.	15e semaine.	17e semaine.	18e semaine.	20e semaine.	6e mois de la vie fœtale.	De 5 à 6 ans.	
» » supérieures..								
Deuxièmes » inférieures...	Cordon de la première molaire permanente.	3e mois après la naissance.	1re année..	1re année...	1re année..	3e année...	De 12 à 13 ans.	
» » supérieures..								
Troisièmes » inférieures...	Cordon de la seconde molaire permanente.	3e année...	Au delà de la 6e année.	Au delà de la 6e année.	Au delà de la 6e année.	12e année..	De 18 à 25 ans.	
» » supérieures..								

(1) L'apparition du chapeau de dentine, désignée dans ce tableau comme s'effectuant à la 16e semaine, n'a pas lieu toutefois simultanément pour les divers follicules des incisives et des canines. On les voit naître successivement et à quelques jours d'intervalle pour ces différentes dents, et suivant l'ordre de leur désignation. La même remarque s'applique aux incisives, canines et prémolaires permanentes, dont le chapeau de dentine est désigné comme apparaissant dans le cours du premier mois de la naissance.

» Cette étude chronologique, poursuivie chez d'autres Mammifères, nous a donné des résultats beaucoup moins précis, en raison des incertitudes qui, pour quelques espèces, subsistent sur les rapports entre les dimensions de l'embryon et leur âge.

» Nous donnerons seulement sur ce point les documents suivants, l'ensemble de ces recherches devant être publié ultérieurement :

» Chez le Mouton, c'est lorsque l'embryon a 52 millimètres que l'on voit apparaître la *lame épithéliale*. Antérieurement à cette époque, on ne constate que le *bourrelet;* à 72 millimètres, l'organe de l'émail se détache de la lame; à 82 millimètres, le *bulbe* est apparu et la *paroi folliculaire* se détache de sa base; à 115 millimètres, le follicule est clos et l'on voit apparaître les premiers rudiments du chapeau de dentine.

» Chez le Cheval, l'examen de quatre embryons nous a permis d'établir les données suivantes. A cent jours, les organes de l'émail des incisives sont distincts et se détachent de la lame épithéliale; les follicules des molaires sont à un état un peu plus avancé. A cent quatre-vingt-dix jours, les follicules des incisives sont clos; les molaires sont dans un état à peu près analogue. A deux cents jours, les follicules sont arrivés à leur entier développement, qui précède de quelques jours l'apparition du chapeau de dentine; les follicules des incisives permanentes sont visibles, mais non encore clos. A deux cent vingt jours, les follicules temporaires sont très-volumineux; le chapeau de dentine est déjà considérable; les deux organes du cément coronaire et radiculaire sont en place et tout à fait développés.

» Des recherches analogues ont été entreprises chez des embryons de Veau, de Chien et de divers Rongeurs; l'exposé des résultats dépasserait les limites de cette Communication. »

CHIRURGIE. — *Expériences sur l'emploi de la galvanocaustie dans les opérations chirurgicales.* Note de MM. **Ch. Legros** et **Onimus** (présentée par M. Sédillot).

« Plusieurs chirurgiens ont déjà indiqué que les escarres galvanocaustiques enfoncées dans la cavité péritonéale sont susceptibles de se résorber sans suppuration. L'innocuité de ces escarres a été démontrée par plusieurs expériences; mais, dans celles-ci, les opérations qui ont été faites avec le galvanocautère auraient pu, à la rigueur, être faites avec succès par les instruments tranchants. Pour mieux démontrer les avantages de la

galvanocaustie, nous avons déterminé des lésions intra-péritonéales avec le galvanocautère, lésions habituellement mortelles avec d'autres procédés.

» Nous avons ainsi, sur des rats et sur des chiens, après avoir ouvert l'abdomen, enlevé une portion du foie au moyen du couteau galvanocaustique. En procédant lentement, nous n'avons eu aucune hémorrhagie, et les animaux se sont complétement remis de ces opérations.

» A l'autopsie faite sur ces animaux, sacrifiés trois semaines après l'opération, on trouve, chez un rat, auquel on avait enlevé une portion notable du lobe du foie, et qui n'a jamais eu de symptôme ictérique, le foie absolument sain, et, dans la partie sectionnée, de nombreuses et fortes adhérences avec l'estomac et une portion de l'intestin.

» Chez un chien, on trouve à l'autopsie le péritoine sain ; le foie est libre de toute adhérence avec la plaie extérieure. Au niveau de la section du lobe, il existe des brides assez longues allant du foie au côlon transverse, au côlon et à l'estomac. Les bords de la section sont légèrement recroquevillés, et le lobe se termine par une surface obtuse, communiquant avec les néomembranes. Celles-ci sont vasculaires et ne renferment, nulle part, aucune trace de pus ni d'inflammation. En tirant sur ces brides, on remarque qu'elles se continuent avec la membrane de Glisson. On conçoit combien cette opération serait impraticable avec d'autres procédés, car il est difficile, sinon impossible, de mettre une ligature sur un lobule du foie : la section entraîne forcément une hémorrhagie; les caustiques seuls pourraient agir dans le même sens que la galvanocaustie, mais leur action ne pourrait être limitée et agirait très-imparfaitement.

» La galvanocaustie a, dans ces cas, non-seulement supprimé toute hémorrhagie, mais empêché l'écoulement de la bile dans le péritoine, et elle a produit une escarre qui s'est résorbée sans suppuration et sans inflammation du péritoine.

» On comprend, d'un autre côté, combien une section faite dans le tissu d'une glande entraîne des accidents bien plus graves que l'ablation d'une glande entière; car dans ces cas l'escarre est plus grande, et il faut non-seulement que l'hémorrhagie soit arrêtée, mais même que les liquides de la sécrétion ne puissent, par cette section, se déverser dans le péritoine.

» Nous avons également, sur deux chiens, enlevé une portion des reins. Sur l'un, nous avons coupé le rein dans presque toute sa longueur en mettant à nu les bassinets; il nous a été impossible d'oblitérer complétement ces bassinets, et, l'urine venant à suinter dans le péritoine, l'animal est mort au bout de quarante-huit heures.

» Sur le second chien, nous avons fait une section très-profonde dans la couche corticale, mais sans mettre à nu les bassinets. Ce chien a vécu dix jours, sans présenter de symptômes graves, mais, le dixième jour, il est tombé malade et a succombé rapidement. A l'autopsie, on trouve à la place de l'escarre quelques adhérences, et, en examinant au microscope la surface de la plaie, on constate la présence de cellules épithéliales normales des séreuses, et un grand nombre d'éléments embryo-plastiques. La plaie était donc en voie de cicatrisation. Au fond de la perte de substance, on découvre une petite ouverture, communiquant avec un large bassinet, par laquelle l'urine a dû s'écouler au moment de la chute de l'escarre. Sans cette communication directe avec un bassinet, tout fait supposer que la cicatrice se fût faite sans accident.

» Dans un autre ordre d'idées, mais toujours dans le but de montrer l'innocuité des escarres galvanocaustiques, nous avons transpercé de part en part, avec une large aiguille, le thorax d'un cobaye, et nous avons aussitôt cautérisé cette longue plaie du poumon, au moyen d'un fil de platine rougi par le courant électrique. L'animal a survécu sans accidents, et sa plaie est complétement cicatrisée.

» Ces faits, dont quelques-uns n'ont, comme procédés opératoires, que peu de valeur pratique, indiquent, d'une façon incontestable, l'innocuité des escarres galvanocaustiques dans les cavités péritonéales et pleurales, ainsi que la supériorité de cette cautérisation sur les autres procédés pour l'ablation ou la cautérisation des organes renfermés dans ces cavités. »

GÉOLOGIE. — *Sur les marnes à huîtres de Fresnes-lès-Rungis (Seine)*; Note de M. **Stan. Meunier**, présentée par M. Daubrée.

« Il existe, dans le village même de Fresnes-lès-Rungis, une petite carrière, maintenant abandonnée, et qui présente, de haut en bas, sur une épaisseur de 3 à 4 mètres, les couches suivantes. Au-dessous de la terre végétale se montrent successivement :

» 1° Marne blanche pétrie d'*Ostræa cyathula*;

» 2° Marne brune;

» 3° Marne blanche sans fossiles;

» 4° Marne brune identique au n° 2;

» 5° Marne blanche sans fossiles, identique au n° 3;

» 6° Marne pétrie d'*Ostræa longirostris;*

» 7° Marne sableuse, très-blanche;

» 8° Enfin, calcaire à *cerithium plicatum*, *cytheræa incrassata*, milliolites, pinces de Crustacés, etc.

» C'est ce calcaire qui faisait l'objet de l'exploitation aujourd'hui interrompue; on le voit sur plus d'un mètre d'épaisseur, mais son support n'est pas visible.

» Entre Petit-Fresnes et Chevilly, une exploitation de meulières de Brie montre ce même calcaire en couches bien plus minces, surmonté de marne blanche, à laquelle succède la couche à *O. longirostris*, et reposant sur un petit lit de marne rougeâtre qui surmonte les meulières.

» La position de ce calcaire est donc nettement déterminée, et il y a lieu, par conséquent, de figurer désormais sur la carte géologique le sable de Fontainebleau, dont il constitue la base, dans cette partie occidentale du plateau de Villejuif.

» Ce point établi, revenons à la carrière de Fresnes. Les couches y sont nettement inclinées vers le nord-ouest, ce qui fait que, dans une portion de la carrière, c'est la couche à *O. longirostris* qui affleure, tandis que dans une autre, et quoique ces assises soient restées parallèles entre elles, c'est la couche à *O. cyathula*. Ce fait, uni à cet autre, que les Huîtres sont ici à la cote de 81 mètres, tandis qu'à Chevilly les meulières de Brie sont à celle de 87 mètres, montre qu'il y a eu glissement en masse, glissement causé sans doute par un tassement des marnes vertes sous-jacentes.

» Un point sur lequel je désire, en outre, appeler l'attention, c'est la présence dans la couche à *O. cyathula* (n° 1 de la coupe ci-dessus) de nombreux petits galets de calcaire, offrant tous les caractères de pierrailles longtemps battues par les flots. Il en résulte, je crois, que Fresnes-lès-Rungis est précisément placé sur le littoral de la mer où vivaient les *O. cyathula*. Celles-ci se sont souvent fixées sur les galets qui nous occupent, comme l'ont fait aussi des Serpules, des Balanes, des Bryozoaires et d'autres animaux marins.

» Ce qui ajoute de l'intérêt à cette remarque, c'est que, en examinant ces galets calcaires et en les brisant, on constate qu'ils sont fossilifères. Certains d'entre eux sont comme pétris de petites Bithinies qui ne paraissent correspondre à aucune de celles que M. Deshayes décrit comme appartenant au terrain des sables de Fontainebleau. Au contraire, elles m'ont paru identiques à la *B. pusilla* du calcaire de Saint-Ouen.

» Si l'on fait attention que les galets calcaires que je signale ont la plus grande analogie d'aspect et de texture avec les calcaires lacustres, on sera porté à croire que c'est par la démolition du travertin inférieur que la mer des *O. cyathula* a produit à Fresnes ses galets.

» J'ajouterai que la petite Bithinie contenue à l'intérieur des galets se

retrouve autour d'eux dans l'argile où ils sont noyés; mais, avant d'admettre qu'elle est contemporaine de l'*O. cyathula*, on peut présumer qu'elle subsiste après la désagrégation du calcaire marneux qui la contenait déjà à l'état fossile et que sa petitesse l'a préservée de toute altération.

» On voit qu'il résulte de ces faits, non-seulement la connaissance d'un point du littoral de la mer des Huîtres, mais aussi celle de l'âge des falaises qui la bordaient en ce point. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide à Versailles, le 3 décembre 1873*; Lettre de M. **Martin de Brettes** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Ce soir, 3 décembre 1873, à $7^h 10^m$, j'ai aperçu, en traversant à peu près du sud au nord la place d'Armes de Versailles, un peu vers l'est et à une hauteur angulaire d'environ 30 degrés, un gros bolide lumineux. Il se dirigeait de l'ouest vers l'est et s'est brisé en plusieurs éclats, qui formaient une gerbe lumineuse, divergeant vers l'est et dont l'axe tournait sa concavité vers la Terre. Je n'ai pu voir qu'une petite partie des trajectoires, qui ont disparu derrière les maisons, au nord de l'avenue de Saint-Cloud, dont la direction est ouest-est.

» Le phénomène n'a duré que quelques secondes. Je me suis arrêté pendant dix minutes environ, pour attendre le bruit de l'explosion : je n'ai rien entendu. »

HYDROLOGIE. — *Nouvelle analyse de l'eau de la fontaine Saint-Thiébaut, à Nancy*; par M. **P. Guyot**.

« L'eau ferrugineuse de la fontaine Saint-Thiébaut, connue à Nancy depuis environ 1640, est très-fraîche, limpide et laisse par l'évaporation un sédiment calcaire, coloré en rouge par du fer. Sa densité est de 1,004 et sa température de + 8 degrés. Son titre hydrotimétrique est de 54 degrés. Elle contient par litre :

» Acide carbonique libre : 0^{gr},018; — carbonate de chaux : 0^{gr},310; — carbonate de fer : 0^{gr},020; — des traces de carbonate de magnésie; — sulfate de chaux : 0^{gr},350; — sulfate de magnésie : 0^{gr},015; — chlorure de sodium : 0^{gr},059; — traces de chlorure de potassium; — sesquioxyde de fer : 0^{gr},020; — silice et alumine : 0^{gr},010; — traces d'arséniate de fer, de fluor, d'acide crénique et apocrénique. — Total.... 0^{gr},802. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Études sur divers combustibles du bassin de Donetz et de Toula (Russie). Analyses et déterminations calorimétriques.* Note de MM. A. Scheurer-Kestner et Ch. Meunier-Dollfus, présentée par M. Balard.

« La Russie possède d'immenses ressources houillères, dans les terrains carbonifères du bassin de Donetz. Ces gisements commencent à être exploités. Il n'est pas douteux que, lorsqu'ils auront été reliés à la mer d'Azof par des voies de transport, ils fourniront des combustibles qui pourront être substitués avantageusement aux houilles anglaises, dans la mer Noire et dans quelques stations de la Méditerranée. Plusieurs de ces combustibles sont d'une pureté exceptionnelle et ne produisent, à la combustion en grand, que 2 à 3 pour 100 de cendres. Nous avons eu l'occasion d'en étudier quelques-uns. Les résultats des recherches que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie font suite à ceux que nous avons communiqués précédemment (1).

» Nous avons reconnu, d'une manière générale, dans nos expériences sur les combustibles minéraux, que leur chaleur de combustion est supérieure à celle qui est indiquée par le calcul fait suivant la loi de Dulong. Les houilles de Ronchamp, du Creusot, de Blanzy, de Saarbruck, de Denain, d'Anzin et deux houilles anglaises ont toutes présenté ce caractère; certains lignites seuls ont donné des résultats inférieurs au calcul. Les houilles russes de Donetz, tout en ne s'écartant pas d'une manière absolue des précédentes, présentent cependant une différence assez sensible avec celles-ci, sous le rapport de leur pouvoir calorifique. Ainsi, parmi celles que nous avons étudiées, il y en a deux dont la chaleur de combustion ne dépasse pas de plus de 1 à 2 pour 100 le résultat du calcul; une troisième, au contraire, reste un peu au-dessous (2). Quant au lignite de Toula, il possède les qualités de certains lignites de France et de Bohême que nous avons étudiés (3). Sa chaleur de combustion est très-inférieure au nombre obtenu par l'addition de la chaleur de combustion de ses éléments; mais elle dé-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 659 et 1002; t. LXVIII, p. 608; t. LXIX, p. 412; t. LXXIII, p. 1061 et 1332.

(2) Ce combustible est difficile à brûler dans le calorimètre. Il produit beaucoup de noir de fumée; aussi ne sommes-nous pas arrivés à obtenir des nombres très-concordants. Il se peut que la différence observée tienne à un défaut de combustion.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI; 1872.

passe de beaucoup celle qu'on obtient par le calcul fait suivant la loi de Dulong.

	Anthracite Grouchesski (Don).		Houille Mioucki (Don).		Houille Galoubosski (Don).		Lignite de Toula (Gouv. du Riazan)	
	Combustible brut.	Combustible pur.	Combust. brut.	Combust. pur.	Combust. brut.	Combust. pur.	Lignite brut.	Lignite pur.
Carbone	91,20	96,66	89,97	91,45	77,47	82,67	54,37	73,72
Hydrogène	1,27	1,35	4,43	4,50	4,75	5,07	4,49	6,09
Oxygène et azote, avec trace de soufre	1,88	1,99	3,98	4,05	11,48	12,26	14,89	20,19
Cendres	1,57	»	0,23	»	1,42	»	16,86	»
Eau	4,08	»	1,39	»	4,88	»	9,39	»
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.
Combustible brut	7855 cal (1)	8546 cal (2)	7505 cal (3)	5794 cal (4)
» pur	8259	8695	8021	7687
Chaleur calculée A (somme de chaleur de combustion des éléments)	8277	8946	8434	8063
Chaleur calculée B (d'après la loi de Dulong)	8190	8773	7904	7191

» Ces expériences montrent, encore une fois, qu'il est impossible de se rendre compte de la valeur de ce genre de combustibles par la connaissance de leur composition élémentaire. Nous avons eu entre les mains des

(1) La calcination en vase clos donne 91 pour 100 de résidu mal aggloméré.

La chaleur de combustion est à peu près égale à celle que donne l'addition de celle des éléments qui la composent.

Cette chaleur de combustion a été déterminée au moyen du calorimètre à combustions vives, qui nous a servi dans nos expériences antérieures. Dans nos calculs, afin que les résultats actuels restent comparables aux précédents, nous n'avons pas fait usage de la nouvelle formule de MM. Jamin et Amaury. L'emploi de cette formule aurait augmenté d'environ 2 pour 100 le nombre des calories accusées par notre calorimètre.

(2) La calcination en vase clos a produit 80 pour 100 de coke très-dur.

La chaleur de combustion de la houille Mioucki est un peu inférieure à la somme de celles des éléments. La combustion de cette houille étant difficile, on ne parvient pas à empêcher la formation du noir de fumée dans le calorimètre. On peut donc admettre que la chaleur de combustion observée doit être à peu près égale à celle que donne le calcul fait suivant la loi de Dulong.

(3) La calcination en vase clos a produit 60 pour 100 de coke bien aggloméré, mais moins consistant que le précédent.

La chaleur de combustion est supérieure à celle que donne le calcul fait d'après la loi de Dulong.

(4) La calcination en vase clos laisse 60 pour 100 de résidu pulvérulent.

Ce lignite est connu, à Moscou, sous le nom de *houille* ou *lignite de Toula*. Plaques qui se

échantillons de houille très-rapprochés par leur composition élémentaire et dont le pouvoir calorifique variait beaucoup. Voici, comme exemple, la comparaison entre un échantillon de houille de Ronchamp et la houille Mioucki ci-dessus :

	Ronchamp.	Mioucki.
Carbone	88,38	91,45
Hydrogène	4,42	4,50
Oxygène et azote	7,20	4,05
	100,00	100,00
Chaleur de combustion	9117 calories	8695 calories

» Il semblerait, au premier abord, que la houille Mioucki dût posséder une chaleur de combustion supérieure à celle de la houille de Ronchamp; c'est le contraire qui a lieu : la différence est considérable, puisqu'elle dépasse 450 calories, ou 5 pour 100. Il est vrai que ces houilles, assez rapprochées quant à leur composition élémentaire, diffèrent notablement quant à leur composition immédiate : la première dégage, par la calcination en vase clos, des hydrocarbures renfermant 70 pour 100 de carbone, tandis que les hydrocarbures de la seconde en renferment 80 pour 100. »

M. J. Rouby adresse une Note relative à un moyen pour prévenir les inondations.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1873, n° 1. Moscou, 1873; 1 vol. in-8°.

---

brisent en fragments lamelleux à arêtes vives et à faces conchoïdales. Sa couleur est brune.

La chaleur de combustion de ce lignite est supérieure d'environ 500 calories à celle que donne le calcul fait suivant la loi de Dulong.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1877, *with an appendix containing elements and ephemerides of Ceres, Pallas, Juno and Vesta.* London, J. Murray, 1873; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; vol. I, II, III. London, Hodgson and Son, 1865 à 1871; 3 vol. in-8°, reliés.

An address on the general principles which should be observed in the construction of hospitals, etc.; DOUGLAS-GALTON. London, Macmillan, 1869; 1 vol. in-12, relié.

The american Journal of Sciences and Arts; third series, vol. VI, n° 35, november 1873. New-Haven, 1873; in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, etc. Fünfzehnte Lieferung das Gotthardgebiet; von Karl VON FRITSCH. Bern, 1873; 1 vol. in-4°, avec cartes.

Ueber Deformationen elastischer isotroper Körper durch mechanische an ihrer Oberfläche Wirkende Kräfte von C.-W. BORCHARDT. Berlin, G. Vogt, 1873; br. in-8°.

Revista de la Universidad de Madrid, junio, julio, agosto 1873. Madrid, Aribau, 1873; 3 br. in-8°.

Anales del Observatorio de Marina de San-Fernando, publicados de orden de la superioridad por el Director don C. PUJAZON; seccion 2ª: *Observaciones meteorologicas*, año 1871. San-Fernando, tip. Gay, 1871; in-fol.

Memoria de la cuadratura del circulo, exacta razon de π o sea el diametro y su circonferencia; por D.-J. DE PABLOS *y* SANCHO. Manila, 1872-1873, Ramirez y Girandier; br. in-8°.

Memoria del nuovo procedimiento para hallar la raiz cuadrada a toda cantidad; por D.-J. DE PABLOS *y* SANCHO. Binondo, 1873, B.-G. Moras; br. in-8°.

C. PITTEI. *Ricordo del prof.* G.-B. DONATI. Firenze, 1873; br. in-8°.